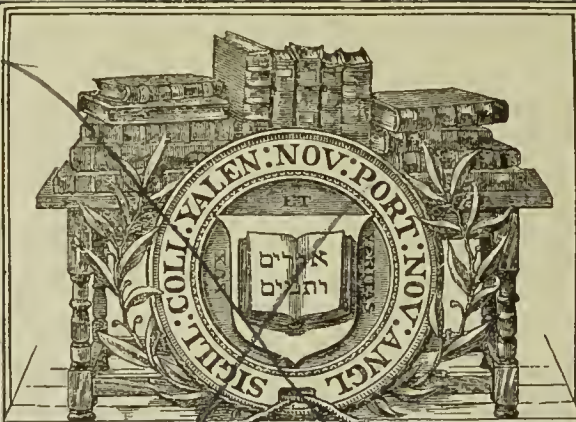




5222



*"I give these Books  
for the founding of a College in this Colony"*

• YALE UNIVERSITY •  
• LIBRARY •

WITHDRAWN

PLF 2487294 NBR



22102141589

Med

K34222







EINFÜHRUNG IN DIE LEHRE  
VOM  
**BAU UND DEN VERRICHTUNGEN  
DES NERVENSYSTEMS.**

VON  
**PROF. DR. LUDWIG EDINGER**  
ARZT. DIREKTOR DES NEUROLOGISCHEN INSTITUTES  
IN FRANKFURT AM MAIN.

(MIT 161 ABBILDUNGEN UND 1 TAFEL).



---

LEIPZIG  
VERLAG VON F. C. W. VOGEL  
1909.

304374

*Scanned*

~~52W48~~  
~~3000~~

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	welM0mec
Call	
No.	WL



## VORWORT.

---

Dies Büchlein ist aus einem Demonstrationskurse erwachsen, den ich vor kurzem einer Anzahl Studierender gegeben habe. Ich folge gerne der mir von ihnen gewordenen Anregung, einmal so kurz als möglich das Wichtigste von dem zu schildern, was wir heute mit einiger Sicherheit vom Baue des Nervensystemes wissen und versuche durch reichliche, z. T. neue Abbildungen, dann aber auch durch Eingehen auf die Funktionen und durch Berücksichtigung dessen, was am Krankenbette verwertbar ist, dem Ganzen Leben und Interesse zu geben. Es ist mir selbst überraschend gewesen, wie präzis sich heute vieles darstellen läßt, was zu den Zeiten, wo meine Studien begannen, noch aus unzähligen Teilstücken vermutungsweise zusammengestellt werden mußte. Der ganze rein anatomische Text ist keine 100 Seiten groß. Allerdings soll er auch nur eine Einführung in das so interessante Gebiet sein. Wer dasselbe besser kennen lernen will, den darf ich auf meine „Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane“ verweisen, deren erster Band die Anatomie des menschlichen und des Säugergehirnes bringt, während der zweite der Schilderung des Gehirnes der anderen Vertebraten gewidmet ist.

Frankfurt a. M., April 1909.  
Leerbachstraße 27.

**Edinger.**

---



# INHALTSVERZEICHNIS.

---

	Seite
ERSTE VORLESUNG.	
Die Methoden der Erforschung der nervösen Zentralorgane . . . . .	1
ZWEITE VORLESUNG.	
Die Aufbauelemente . . . . .	14
DRITTE VORLESUNG.	
Der Aufbau des Nervensystemes. Physiologisches . . . . .	28
VIERTE VORLESUNG.	
Übersicht über das Gehirn des Menschen . . . . .	40
FÜNFTE VORLESUNG.	
Nerven, Wurzeln, Spinalganglien, Eigenapparat des Rückenmarkes . . . . .	56
SECHSTE VORLESUNG.	
Eigenapparat und Leitungsapparat des Rückenmarkes . . . . .	68
SIEBENTE VORLESUNG.	
Das verlängerte Mark . . . . .	80
ACHTE VORLESUNG.	
Die Brücke . . . . .	93
NEUNTE VORLESUNG.	
Das Kleinhirn . . . . .	108
ZEHNTE VORLESUNG.	
Das Mittelhirn . . . . .	117
ELFTE VORLESUNG.	
Der Sehnerv, die Ganglien und Fasern des Zwischenhirnes . . . . .	130
ZWÖLFTE VORLESUNG.	
Das Vorderhirn: 1. Riechapparat und Striatum . . . . .	143
DREIZEHNTE VORLESUNG.	
Das Vorderhirn: 2. das Neencephalon . . . . .	151
VIERZEHNTE VORLESUNG.	
Die Rinde und die Faserung des Vorderhirnes . . . . .	162
FÜNFZEHNTE VORLESUNG.	
Die Verbindungen des Vorderhirnes mit anderen Gebieten. Stabkranz und Capsula interna . . . . .	173

---



## Erste Vorlesung.

### Die Methoden der Erforschung der nervösen Zentralorgane.

Meine Herren! Die Anatomie des Zentralnervensystems, mit deren Grundzügen Sie diese Vorlesungen bekannt machen sollen, hat seit der Renaissance der Wissenschaft das Interesse zahlreicher Forscher jebhaft in Anspruch genommen. Vesalius, Eustachio, Aranzio, Varolio, Fallopius haben die Grundlagen geschaffen, auf denen in späteren Jahrhunderten weiter gebaut werden konnte. Im 17. Jahrhundert erschienen schon größere Monographien, welche mit Rücksicht auf die damalige Untersuchungstechnik fast als erschöpfend zu bezeichnen sind: so die Bücher von Th. Willis und von Raim. Vieussens. Immerhin konnte Willis noch Gebilde wie die Streifenhügel, die vordere Kommissur, die Pyramiden und die Oliven als neu beschreiben. Wichtige Beiträge zur Hirnanatomie gaben damals noch F. D. Sylvius und van Leuwenhoek, welcher letztere zuerst mikroskopische Untersuchungen des Gehirns anstellte. V. Malacarne in Italien, S. Th. von Sömmerring in Deutschland, Vicq d'Azyr und Rolando in Frankreich trugen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wesentlich zur Vertiefung unseres Wissens vom Gehirn bei.

Als unser Jahrhundert anbrach, war der allgemeinen Formbeschreibung der Organe des Zentralnervensystems kaum noch etwas Wesentliches zuzufügen. Trotzdem war man im dem, was wir heute als den wichtigsten Teil der Lehre vom Bau des Zentralnervensystems bezeichnen müssen, in der Kenntnis vom feineren Zusammenhang der Teile, vom Faserverlauf kaum vorwärts gekommen. Auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, die man gerade in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnahm, brachten diese Lehre nicht vorwärts. Was noch auf wesentlich makroskopischem Wege zu erreichen war, haben Reil, Gall und Spurzheim, F. Arnold, C. B. Reichert, Foville, Burdach u. a. geleistet.

Namentlich Reil, der zuerst die künstliche Härtung des Gehirns als vorbereitendes Mittel allgemein geltend machte, hat bereits eine große Anzahl anatomischer Facta, die nicht gerade auf der Oberfläche liegen,

richtig gesehen. Als seine wichtigsten Entdeckungen muß man die Abgrenzung des Stabkranzes und des Hirnschenkelsystems bezeichnen, deren Beziehungen zu der sie durchquerenden Balkenfaserung er zuerst erkannte; die Schleife und ihr Ursprung aus den Vierhügeln, der Linsenkern, die Insel und vieles andere haben erst seit seinen Untersuchungen Aufnahme in die Anatomie gefunden.

So recht wie ein Markstein steht am Ausgangspunkt dieser älteren Periode Burdachs Buch „Vom Bau und Leben des Gehirnes“, das,

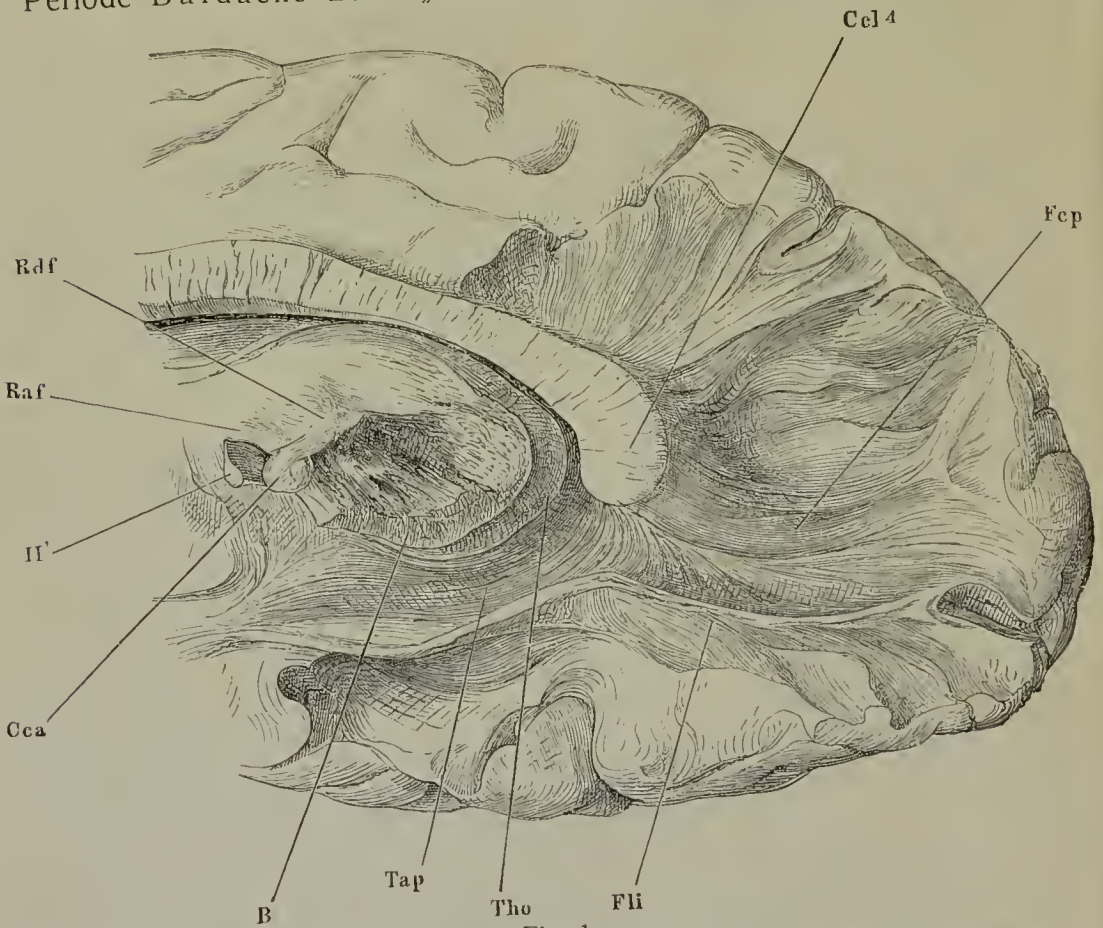


Fig. 1.

Die Faserung des Balkens, durch Abbrechen des erhärteten Präparates mit der Pinzette dargestellt, nach Henle.

1819 erschienen, alles bis dahin Geleistete treu zusammenfaßt und vieles Neue klärend hinzufügt.

Man bediente sich, bis zur Mitte unseres Jahrhunderts etwa, ganz vorwiegend der anatomischen Zergliederung mit dem Messer und der Abfaserung gehärteter Gehirnstücke mit der Pinzette. Gall, Burdach, Reil, F. Arnold, Foville haben unter Benutzung der letzteren Methode viel Neues entdeckt. Tiedemanns und Reicherts Verdienst ist es wesentlich, daß man auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte die allgemein morphologischen Verhältnisse besser verstehen lernte.

Seit aber Ehrenberg (1833) dargetan hatte, daß das „Seelenorgan“ aus zahllosen allerfeinsten „Röhrchen“ zusammengesetzt sei, seit Remak die schon Ehrenberg und Valentin bekannten Ganglienzellen genauer beschrieben (1838) und Hannover (1840) deren Zusammenhang mit den Nervenfasern nachgewiesen hatte, war es offenbar, daß die einfache Zerfaserung nicht imstande sein könne, die erstrebte Einsicht in den Bau und Zusammenhang der Zentralorgane zu verschaffen. Es ist das große Verdienst von B. Stilling, eine neue Methode eingeführt und geübt zu haben: die Anfertigung von dünnen Schnitten oder vielmehr ganzen Schnittserien, die in verschiedenen, aber bestimmten Richtungen durch das Organ gelegt werden <sup>1)</sup>. Die so erhaltenen Präparate wurden genau durchforscht, ihre Bilder kombiniert und so die Anordnung und der Aufbau des zentralen Nervensystems rekonstruiert. Durch diese Methode und durch die Studien, die er unter ihrer Benutzung anstellte, hat Stilling die Grundlage für die moderne Anatomie des Rückenmarks, der Oblongata, des Pons und des Cerebellum geschaffen.

Am 25. Januar 1842 ließ Stilling bei einer Kälte von — 13° R ein Stück Rückenmark frieren und machte dann mit dem Skalpell einen mäßig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen“ schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrößerung die prächtigen Querfaserstrahlungen (zentralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarkes öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein *εὐρηκα* gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief.“

Die Stillingsche Methode ist die auch jetzt noch am meisten verwendete zur Untersuchung des Zentralnervensystems. Sehr erleichtert wird ihre Anwendung durch die vorzügliche Härtung, welche nach den Angaben von Hannover die verdünnte Chromsäure und die Lösungen von chromsauren Salzen (H. Müller 1859) an den nervösen Zentralorganen hervorbringen. Erst in den letzten Jahren wird die Chromsalzhärtung durch die Fixierung in Formaldehyd verdrängt, die von F. Blum 1893 eingeführt wurde. Man kann jetzt ein ganzes menschliches Gehirn in eine Serie lückenloser Querschnitte von weniger als  $\frac{1}{50}$  mm Dicke zerlegen.

Die erhaltenen Abschnitte können ungefärbt untersucht werden. Alles was Stilling gefunden, wurde an solchen ungefärbten Präparaten gesehen.

Zweckmäßiger aber ist es, sie zu färben. Es ist Gerlachs Verdienst, zuerst (1858) auf die Vorteile aufmerksam gemacht zu haben, welche man durch Tränken der Präparate mit Karmin erhält. Die spätere Zeit hat noch manche Färbemethoden hervorgebracht, namentlich wurden Anilinfarben benutzt. Aber wir haben erst (1883) durch Golgi eine Methode erhalten, welche mehr leistete als die Gerlachsche. Die-

1) Schon vor Stilling fertigte man dünne Schnitte des Zentralnervensystems an (z. B. Rolando 1824), aber die Rekonstruktion des Organes mittelst der Kombination ausgedehnter Schnittserien versucht zu haben, ist wesentlich Stillings Verdienst.

selbe beruht auf Schwärzung der Zellen und ihrer Ausläufer durch Chromsilber. Dieser Methode verdanken wir ganz neue und ungeahnte Einblicke in den feineren Aufbau des Zentralnervensystems. Doch erhält man eigentlich nur Silhouetten der Zellen, über ihren feineren Bau sagt die Golgimethode gar nichts aus. Sorgfältige Härtung und Nachbehandlung mit Anilinfarben haben es zuerst Nissl ermöglicht, Präparate herzustellen, welche einen Einblick in das Strukturbild der Ganglienzelle gewähren.

Die Fibrillen in den Ganglienzellen und Nerven kann man seit 1897 mit Anilinfarben, Apathy, noch besser aber seit 1905, S. Ramon y Cajal, Bielschowsky durch Silberreduktion sichtbar machen.

Der Faserverlauf wird durch Karminfärbung nicht viel deutlicher. Dagegen gelingt es durch eine ausgezeichnete, von Weigert (1884) herrührende Methode der Hämatoxylinfärbung, auch die feinsten Fäserchen tief blauschwarz zu färben, und so, der Stillingschen Methode folgend, ihren Verlauf leichter zu erforschen, als es früher möglich war. Schöne Bilder kann man auch durch die Osmiumsäurebehandlung (Exner, Bellonci) erhalten.

1886 hat P. Ehrlich gezeigt, daß es gelingt, am lebenden Tiere Axenzylinder und Ganglienzelle durch Methylenblau zu färben. Dieses später sehr vervollkommnete Verfahren ist in den Händen von Retzius, Bethe u. a. für die Erforschung des feineren Aufbaues der Teile im Zentralnervensystem von der größten Wichtigkeit geworden.

Der Stillingschen Methode sind die meisten Forscher gefolgt, welche in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts das Zentralnervensystem untersuchten.

Zwei Männern, Stilling und Meynert, verdanken wir das Allermeiste, was wir vom feineren Bau des Gehirnes und Rückenmarkes wissen, neuere Arbeiter sind von dem ausgegangen, was jene schufen.

Benedikt Stilling hat die ganze Grundlage unseres Wissens von der Brücke, dem Kleinhirn, dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke geschaffen durch eine Reihe großartig angelegter und von nicht wieder erreichtem Fleiße zeugender Werke, die sicher ein monumentum aere perennius des großen Kasseler Arztes bleiben werden.

Meynert aber hat nicht nur alle Gebiete des Hirnes und Rückenmarkes systematisch auf Schnitten und abfasernd durchgearbeitet und dabei mehr Tatsachen neu entdeckt, als, Stilling ausgenommen, irgendein früherer Forscher, sondern er hat auch in wahrhaft genialer Konzeption auf Grund der feineren Anatomie eine Theorie des Hirnbaues aufgestellt, welche auf die Anatomie und auf die Psychologie in gleichem Maße bis heute fruchtbringend und zu Neuem anregend fortwirkt.

Es liegt im Wesen der Stillingschen Methode begründet, daß die Verfolgung einer Nervenbahn auf lange Strecken hin nur sicher und möglich ist, solange die sie zusammensetzenden Züge nicht durch Ganglienzellen unterbrochen werden oder aus der Schnittebene abbiegen,



so lange sie nicht ein Fasergewirr eingehen oder sich aus einem Bündel in zahlreiche sich zerstreuende Fäserchen spalten. Aber im Rückenmark auch der kleinsten Tiere kommt kaum eine Faser vor, deren ganzer Verlauf in einer Schnittebene zu übersehen wäre.

Man hat sich daher, nachdem man angefangen hatte, sich etwas auf dem schwierigen Gebiete zu orientieren, nach weiteren Methoden umgesehen, welche ein Auffinden und Verfolgen der Faserbahnen gestatten. 1852 hatte Waller gezeigt, daß durchschnittene Nerven in den Abschnitten zerfallen, welche nicht mehr mit der Ursprungszelle zusammenhängen und Türk hatte schon 1850 gezeigt, daß die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die nach aufwärts sich in anderen Fasersträngen fortpflanzten, als nach abwärts. Es gelang durch seine Arbeiten, sowie die von Bouchard, von Flechsig, Charcot und vielen anderen nachzuweisen, daß im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete an immer den gleichen Stellen liegen, Fasern, welche, wenn sie degeneriert sind, auf die ganze Länge ihres Verlaufes hin sich vom gesund gebliebenen Gewebe abheben, und so leicht ihrer Richtung entlang verfolgt werden können. Das Stadium dieser sekundären Degenerationen ist seitdem sehr wichtig für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre geworden. Nicht nur die Faserbahnen, auch die Ursprungszellen kann man oft so herstellen. Wird die aus ihnen kommende Bahn nicht allzuweit von dem Ursprung abgetrennt, so erkranken (Nissl, Forel) auch die Zellen selbst.

Es lag nahe, absichtlich ganz bestimmte Teile der Wurzeln oder des Rückenmarkes z. B. zu durchschneiden und so durch die willkürlich erzeugte sekundäre Degeneration weiter in den Bau einzudringen. Solche Versuche wurden viele gemacht, und manches Wichtige verdanken wir den Experimentatoren, welche so vorgingen. So wurden beispielsweise durch die Durchschneidungsversuche von Singer und von Schiefferdecker, denen sich später solche von Löwenthal, Sherrington, Mott u. v. a. beigesellten, unsere Kenntnisse vom Verlauf der Nervenwurzeln im Rückenmark sehr bereichert.

Technisch können solche Degenerationen auf drei Weisen studiert werden. Man kann entweder den völligen Untergang der Fasern abwarten und dann den Verlauf der verödeten Strecke mit Carmin- oder Markscheiden-Färbungen verfolgen, oder man kann durch Einlegen des Präparates wenige Wochen nach der Operation in eine osmiumsäurehaltige Chromsalzlösung die Zerfallprodukte schwärzen (Marchi). Namentlich die letztere Methode gibt sehr klare Bilder, Linien von schwarzen Pünktchen der degenerierten Fasern auf hellem Grunde. Schließlich kann man, nach der Durchschneidung eines Faserzuges suchen, welche Zellen vorübergehend in Degeneration verfallen (Kohnstamm. Fig. 2 ist ein solches Experiment abgebildet.

Wenn man bei neugeborenen Tieren periphere oder zentrale Nerven-

substanzen operativ entfernt, so entwickeln sich mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehende Fasern nicht weiter, gehen allmählich sogar ganz zugrunde. Diese Erfahrung hat zuerst Gudden (1870) benutzt, um uns mit einer neuen und fruchtbaren Untersuchungsmethode zu beschenken. Er hat beispielsweise die nach Exstirpation eines Auges im Gehirn entstehenden Atrophien auf Schnitten usw. verfolgt und so die nächsten zentralen Endigungen des betreffenden Sehnerven aufge-

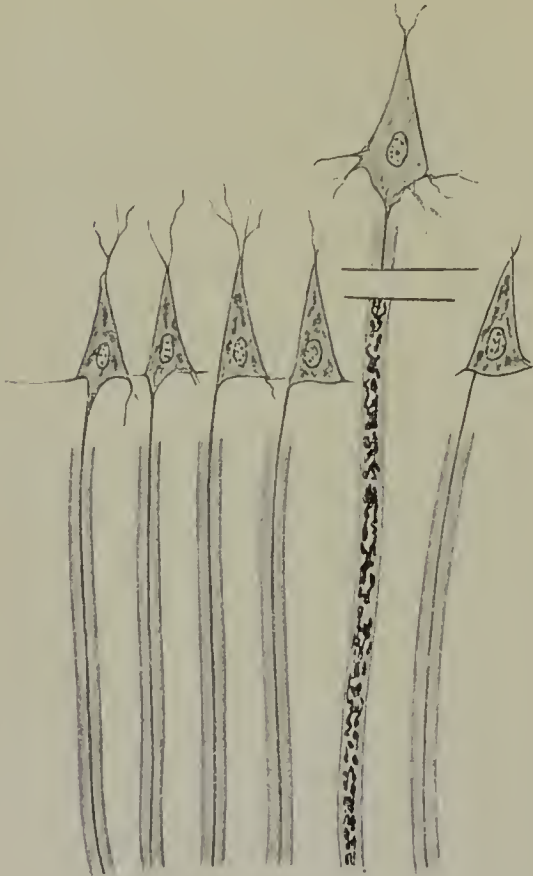


Fig. 2.

Die Methode der sekundären Degeneration.

Im Nervenstamm liegen 4 Fasern aus verschiedenen Ganglienzellen. Wird eine dieser 4 von ihrer Zelle getrennt, so entartet sie und es schwärzt sich das peripher von der Trennung liegende Stück mit Überosmiumsäure. Auch die Zellkörnung ändert sich etwas.

funden. Wo immer sonst noch am Gehirn er experimentiert und nachträglich untersucht hat, überall hat er neues und wichtiges zutage gebracht. Außer Gudden verdanken wir namentlich Forel, und Monakow wichtige, mit dieser Methode gewonnene Kenntnisse über den Faser- verlauf im Rückenmark, die Ursprungsart verschiedener Hirnnerven, den Verlauf der Schleife im Gehirn u. v. a.

Zuweilen bieten sich Fälle,



Fig. 3.

Schnitt durch das Halsmark eines 45jährigen Mannes, der mit einem kurzen Amputationsstumpf des linken Vorderarms zur Welt kam.

wo die Natur gleichsam selbst ein Guddensches Experiment am Menschen angestellt hat. So konnte ich einmal das Rückenmark eines Mannes untersuchen, dem intrauterin ein Arm zerstört war. Hier waren die End- und Ursprungsstellen des zugehörigen Nerven durch ihre Atrophie sofort nachweisbar. Fig. 3 ist das abgebildet.

Überhaupt gewähren Mißbildungen oft die Möglichkeit, die eine oder die andere Bahn leichter zu erkennen, als dies im normalen Gehirn möglich ist. Noch wichtiger aber wird ihre Untersuchung für die Er-

kenntnis des Mechanismus der Hirnanlage, der Korrelationen der Teile zueinander, der Unabhängigkeit einzelner Teile vom Ganzen usw. Namentlich v. Monakow, Veraguth, Anton, Zingerle, Vogt u. a. haben hier Wichtiges geleistet.

Die Lehre vom Faserverlauf hat durch die Methode der sekundären Degenerationen und Atrophien einen guten Schritt vorwärts getan. Noch förderlicher aber wurde ihr eine neue Methode, welche sich auf die Untersuchung der Markscheidenentwicklung gründete.

Es gebührt das Verdienst, diese Methode in die Forschung eingeführt und mustergültig ausgenutzt zu haben, P. Flechsig (1872–1908).

Er hat gezeigt, daß die verschiedenen Faserzüge, welche auf dem Schnitt durch das Zentralorgan des Erwachsenen ganz gleichartig aussehen, in der Embryonalzeit sich sehr wesentlich dadurch voneinander unterscheiden, daß sie zu verschiedener Zeit ihr Nervenmark bekommen. Ganze „Systeme“ auf dem Rückenmarksquerschnitt sind noch durchsichtig zu einer Zeit, wo andere bereits weiß, markhaltig geworden sind. Die Verfolgung der weißen Partien auf Quer- und Längsschnitten ist sehr viel leichter, gibt sehr viel sicherere Resultate, als die Verfolgung von Nervenfasern am völlig ausgebildeten Organ.

Über die Entwicklung des Nervensystems sind wir durch Arbeiten von Tiedemann, Kölliker, v. Mihalkowics, His, Kupffer bereits recht gut orientiert.

Das Nervensystem stammt von der Zellschicht, welche die Embryonalanlage überzieht, dem äußeren Keimblatt. Ein Teil dieser dünnen Lamelle senkt sich in länglicher Rinne in die Tiefe, um, allmählich sich abschließend, zu der röhrenförmigen Anlage des Zentralnervensystems zu werden, ein anderer dicht neben jener Rinne beiderseits liegender bildet die Anlage der Spinal- und Kopfganglien. Viele zerstreut liegende Stellen weisen Zellen auf, welche, auch beim ausgebildeten Tiere in den äußeren

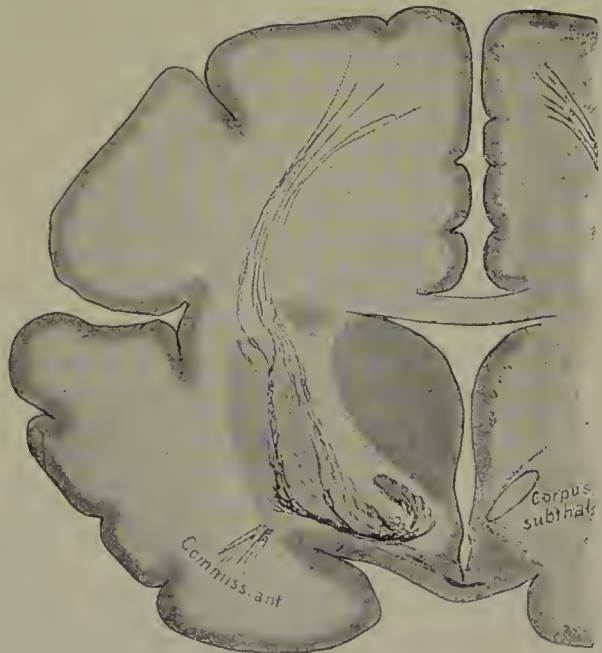


Fig. 4.

Frontalschnitt durch das hintere Ende der Fossa Sylvii am Gehirn einer neunmonatlichen todegeborenen Frucht angelegt. Die markhaltigen Fasern schwarz gezeichnet. In Wahrheit heben sie sich weiß vom grauen Untergrunde ab.

Bedeckungen liegen bleibend, Hautsinnesapparate bilden oder, sich mehr oder weniger in die Tiefe senkend, die Anlage anderer Sinnesorgane, des Gleichgewichtsapparates, des Riech- und Hörapparates bilden. Dieses relativ einfache Bild wird nun dadurch um ein wenig komplizierter, daß manche Anlagen, welche bei den Wirbellosen völlig in der Peripherie bleiben, bei Wirbeltieren dicht an den Zentralapparat sich legen und mit diesem verschmelzen; auch dadurch, daß, wenn einmal die Nervenrinne geschlossen ist, von ihr aus Zellkomplexe wieder

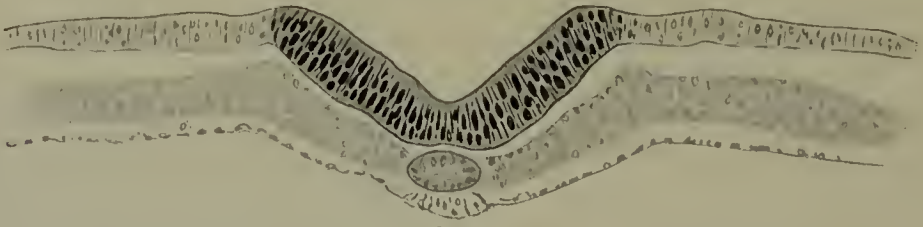


Fig. 5.

Querschnitt durch die Medullarrinne eines Entenembryo von 60 Stunden.

hinaus in die Peripherie wandern, um da später als selbständige, zerstreute Nervenknotten weiter zu leben.

Immer kommt als Zentralapparat ein röhrenförmiges Gebilde zustande, in welches die rezipierenden Nerven einmünden und aus welchem die motorischen Nerven entspringen. Am kapitalen Ende liegen mehrere Erweiterungen dieser Röhre, die man



Fig 6.

Dasselbe 10 Stunden später. Die Rinne hat sich zum Medullarrohr geschlossen.

als Hirnblasen bezeichnet, weil aus ihren lateralen und basalen Abschnitten die Gehirnteile hervorgehen.

Alle motorischen Nerven entstehen als Fortsätze von im ventralen Teil des Nervenrohres liegenden Zellen. Jede Zelle sendet ein Fäserchen aus, das an die Oberfläche tritt und dort sich mit den Nachbarfasern zur Bildung eines ventralen Wurzelbündels vereint. Die rezipierenden Wurzel-Fasern, die zumeist dorsal eintreten, haben eine ganz andere Herkunft. Sie entstehen nämlich nicht im Zentralorgan, sondern außerhalb desselben in den Ganglien, welche, neben diesem liegend, es auf

seiner ganzen Länge begleiten. Die Zellen dieser Ganglien (Spinalganglien und Ganglien der Hirnnerven) wachsen nach zwei Seiten zu Fasern aus. Eine dieser Fasern tritt in das Zentralorgan ein, die andere wächst als rezipierender oder sensorischer Nerv nach der Peripherie.

Die Ganglien des Kopfnerven nehmen im späteren Embryonalleben nochmals andere Elemente aus der äußeren Körperbedeckung in sich auf, haben also nicht so einfache Entstehung und Zusammensetzung wie die Spinalganglien.

Der rezeptorische Nerv splittert sich, an der Peripherie angekommen, auf, entweder frei im Epithel, oder zwischen modifizierten, meist epithelialen Gebilden, Endapparaten.

Aber außer der Ontogenie ist hier auch einiges von großem Interesse aus der Phylogenie bekannt geworden. Bekanntlich weist die äußere Bedeckung noch sehr wenig entwickelter Tiere, der Cölenteraten z. B., mitten unter den gewöhnlichen Epithelzellen solche auf, welche durch ihre Anordnung zu bestimmten Gruppen und durch den Besitz eines längeren Endfadens, der sich in das Nervensystem einsenkt, sich auszeichnen. Es ist nun in der ganzen Reihe der niederen Tiere ein sehr häufiges Vorkommen, daß im Ektoderm liegende Zellen durch solche Fasern mit dem benachbarten Nervenknoten verbunden sind. Spricht ihre Lage in der Epidermis schon dafür, daß es sich um Anteile des rezipierenden Apparates hier handelt, so wird die Vermutung zur Sicherheit, wenn man erkennt, wie vielfach diese Zellen zu Gebilden in Beziehung stehen, welche besondere Reize aufzunehmen geeignet sind. Lange starre Haare, schwingende Borsten, aufgesetzte Stifte scheinen Tasteindrücke leicht übermitteln zu können, während wir ganz analoge Zellen zur Hohlkugelwand da geordnet sehen, wo ein Steinchen, ein Otholith, im Innern der Kugel schwingend, den Sinnesapparat für das Gleichgewicht darstellt. Linsenförmige Teile des Ektoderm liegen an anderen Stellen vor ebensolchen Zellen, wohl geeignet Licht- oder Wärmestrahlen diesen in besonderer Weise zu übermitteln. Es ist hier ja nicht möglich eine Schilderung all dieser mannigfachen Einrichtungen zu geben, welche bei den Wirbellosen als Sinnesapparat fungieren, nur das soll hervorgehoben werden, daß von der einfachen Epithelzelle des Ektodermes bis zu hoch differenzierten Apparaten alle Übergangsformen gefunden

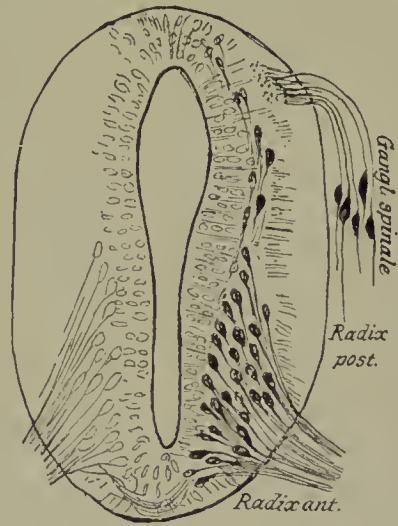


Fig. 7.

Rückenmarksdurchschnitt einer menschlichen Frucht aus der 4. Woche. Man sieht ventral die motorische Wurzel aus Zellen des Markes sich entwickeln. Dorsal wächst — nach einer Frucht von  $4\frac{1}{2}$  Wochen — die sensible Wurzel aus Zellen des Spinalganglions ein. Kombiniert aus Abbildungen von His.

werden, und daß auch bei den höchsten der gleiche Typus, die Epithelzelle, welche einen Faden in das Nervensystem hineinschickt, wiederkehrt. Lenhossék hat nun eine Hypothese ausgesprochen, welche sich bisher von großem heuristischen Werte erwiesen hat und geeignet ist unsere Anschauung vom sensiblen Teile des peripheren Nervensystems einfacher und folgerichtiger zu gestalten. Alle rezeptorischen Nerven bei den Wirbellosen und bei den Wirbeltieren stammen, meint L., von solchen ursprünglich im Integument gelegenen Zellen. Es rückten die Zellen nur vielfach in die Tiefe, einen langen, oft aufgezwigten Faden in der Haut zurücklassend; bei den Wirbeltieren gerieten sie bis in die Wirbelsäule

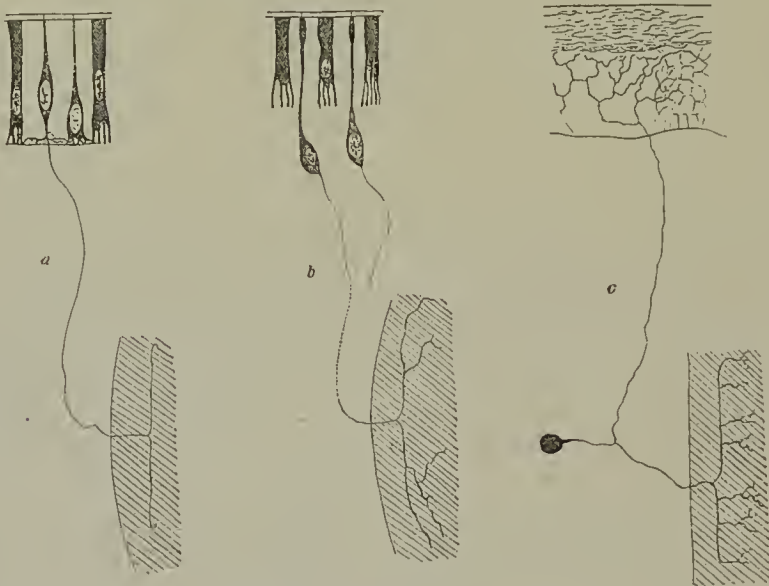


Fig. 8.

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien des Regenwurmes. *b* ebensolche von einer Schnecke. *c* Spinalganglienzelle eines Wirbeltieres — ein Fortsatz, der rezeptorische Nerv, geht zur Haut, ein zweiter als Wurzel in das Zentralorgan hinein. — In allen drei Zeichnungen ist das Zentralorgan schraffiert.

als Spinalganglienzellen. Ob die Zellen nun aber direkt im Oberflächenepithel liegen, oder ob sie mit diesem nur durch den Ausläufer, den sensiblen Nerven, verbunden sind, immer senden sie rückwärts einen Faden in das Nervensystem hinein. Retzius hat bei Mollusken solche Übergangszellformen mit peripherem Faden von sehr verschiedener Länge beschrieben, wo die einer Epithelzelle gleichwertige Ganglienzelle nicht mehr in der Haut, sondern in verschiedener Tiefe unter derselben liegt. In Figur 8 lege ich nach Zeichnungen des letzteren Autors eine kleine Reihe vor, welche leicht zeigt, wie man sich nach dem eben Vorgetragenen die Entwicklung des sensiblen Nervensystems denken kann.

Es handelt sich übrigens in den Fällen, wo die reizempfindende Endzelle noch ganz in der Peripherie liegt, keineswegs immer um niedere Tiere, viel-

mehr findet man noch bei den Wirbeltieren dergleichen und zudem die mannigfachsten Übergangsbilder, wenn man die Nervenendigung in den Sinnesorganen studiert. Die Epithelien der Riechschleimhaut senden, wie die der Regenwurmhaut, einfach einen Fortsatz hinein in das Gehirn. Im Ohre aber gibt es keine Endzellen in diesem Sinne mehr, es liegt da die betreffende Zelle im Ganglion spirale der Schnecke, während ihr peripherer Fortsatz die Stützzenellen der Crista acustica aufgezweigt umfaßt, ganz wie der sensible Nerv die Epidermiszellen, Fig. 9. Auch für die Geschmacksfasern ist eine derartige Aufzweigung um Zellen nachgewiesen. Von der Retina wissen wir, daß sie Nervenbahnen enthält, die aus dem Zentralorgan kommend, sich um ihre Elemente aufzweigen, daneben aber auch Ganglienzellen führt, die ihren Achsenzylinder rückwärts dem Zentralorgan zusenden.

Noch in das 17. Jahrhundert ragen die ersten Versuche, dem Gehirne auf vergleichendem Wege näher zu treten, hinein, und die Literatur der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zählt schon eine ganze Anzahl von Schriften, die sich mit dem Gehirne niederer Wirbeltiere beschäftigen. Namentlich war es das Fischgehirn, das immer wieder zu neuen Studien anregte. Die zahlreichen Arbeiten dieser Zeit fanden einen gewissen Abschluß durch das Werk von Leuret und Gratiolet über das Gehirn der Wirbeltiere. Natürlich beschäftigen sich alle diese Studien nur mit der äußeren Form des Gehirnes. Das Interesse am feineren Bau ist lange Zeit gering gewesen, obgleich ja eigentlich dieser der Kern und jene nur die Schale ist. Dazu kam die Unzulänglichkeit der Methoden, mit denen man sich

lange behelfen mußte. Nur wenige vermochten in dem Gewirre der Bahnen, das auch bei den niedersten Wirbeltieren bereits vorhanden ist, einzelne Züge klar zu erkennen, einzelne Ganglien und Nervenursprünge zu unterscheiden. Denn so einfach und durchsichtig auch die äußeren Verhältnisse oft bei niederen Wirbeltieren sind, so ist doch der innere Bau, besonders in den hinter dem Zwischenhirn liegenden Hirngebieten, oft kaum minder kompliziert, als bei den Säugetieren selbst. Die Zellen und Faserzüge, welche den einfachsten motorischen, sensorischen und psychischen Verrichtungen dienen,

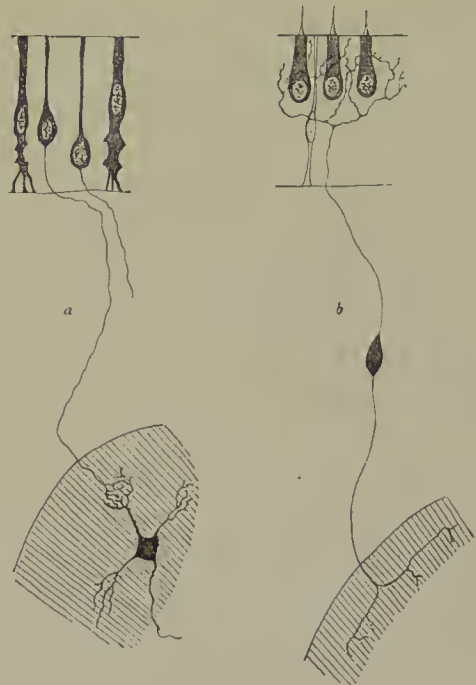


Fig. 9

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien der Nase, senden ihren Achsenzylinder als Riechnerv, *Fila olfactoria*, rückwärts zum Gehirn, wo er sich aufzweigt. *b* eine Ganglienzelle aus dem Ganglion spirale oder Schnecke. Ihr peripherer Fortsatz verzweigt sich um die Stützzenellen der Macula, ihr zentraler geht als *Ramus cochlearis N. acustici* in das Gehirn.

müssen ja wohl überall dieselben sein, aber sie sind schon bei den Larven der Cyklostomen nicht mehr ganz einfach durchsichtig.

Erst in den letzten 20 Jahren ist es der vereinten Arbeit vieler Forscher gelungen in den feineren Bau mehr und mehr einzudringen. Die Säuger wurden bald näher bekannt, wozu namentlich Arbeiten von Elliott Smith, G. Retzius, Ziehen und der Obersteiner'schen Schule beigetragen haben. Aber auch den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln ist von Verfasser, den beiden Herrick, Johnston, Gaupp, Wallenberg, Kappers, S. R. y Cajal, Haller, Brandis und noch vielen anderen viele Arbeit gewidmet worden. 1896 konnte zum erstenmale von mir eine Übersicht über die vergleichende Anatomie gegeben werden, die sich bis 1908 zu einem dicken Buche ausgewachsen hat; so schnell ist unser Wissen gestiegen.

Das für die allgemeine Betrachtung Wichtigste, was die vergleichende Anatomie gelehrt hat, ist, daß der ganze Mechanismus vom Rückenmarkende bis zum Riechnerven bei allen hohen und niederen Vertebraten im Prinzipie überall ganz gleichartig angeordnet ist, daß also für die einfachsten Funktionen durch die ganze Reihe hindurch gleichartige Unterlagen bestehen, einerlei, ob es sich um einen Menschen oder um einen Fisch handelt. Diesen basal liegenden Hirnteil, den ältesten, kann man **Palaeencephalon** nennen.

Wo eine bestimmte Aufgabe von einem Tiere in der Lebensführung zu erfüllen ist, da besitzt es auch für diese im Palaeencephalon einen jedesmal sehr vollkommen ausgebildeten Apparat. So ist das Rückenmark und die Oblongata von Myxine, wohl einem der ältesten und einfachsten Vertebraten bereits recht kompliziert ausgebaut. Die geringe schlängelnde Bewegung des Tieres, das meist an Steine etc. angesaugt lebt, verlangt nur besondere Entwicklung der spinalen motorischen und rezeptorischen Apparate und einen gewissen Apparat, der den Gesamttonus des Leibes aufrecht hält. Ein solcher ist nun in das Rückenmark eingebaut. Enorme aus dem Mittelhirn und ganz besonders aus der Gegend des statischen Nerven kommende Fasern durchziehen die ganze Länge des Myxinenmarkes. Solche Fasern haben auch die Fische, aber bei diesen, die nicht auf die Rumpfbewegung allein mehr angewiesen sind, spielen sie eine wesentlich geringere Rolle und bei den geschwänzten Amphibien sind nur noch wenige vorhanden. Aber der gleiche „vestibulospinale Apparat“ bleibt, wenn auch recht gering ausgebildet bis zum Menschen bestehen.

Zahlreiche andere Beispiele bietet die vergleichende Hirnanatomie, die zeigen, daß einzelne Apparate bei besonderen Anforderungen zu besonderen Mechanismen ausgebildet werden, die, wenn sie nicht mehr durch die Lebensweise erfordert werden, wieder verschwinden. Von so isolierten Fällen, wie sie die Entwicklung eines motorischen Vaguskerne zum Kerne des elektrischen



Nerven bei Rochen bietet, bis zu weit ausgedehnten Kernveränderungen für spezielle Verrichtungen gibt es alle möglichen Übergangsstufen. Bei vielen Teleostiern hypertrophiert der sensible Abschnitt des Facialis, derselbe, der beim Menschen als Chorda tympani in geringen Resten noch besteht, zu einem ungeheuren Kerne, der geschmacksknospenartige Bildungen am Kopfe, ja an der äußeren Haut versorgt. Vom Octavus, den die Säuger nur als Hörnerv und als statischen Nerv besitzen, ist bekannt, daß er bei allen wasserlebenden Tieren noch einen mächtigen Nebenkern hat, aus dem die Fasern für die Kopf- und Seitenlinien stammen, die Sinnesorgane für die Rezeption des Druckes tragen, den strömendes Wasser übt.

In den kleineren vorderen Vierhügeln des Menschen erkennt man kaum den mächtigen Apparat wieder, den alle Fische und Vögel an gleicher Stelle besitzen aber bei den letzteren spielt das enorme Auge eine ganz andere Rolle im sonst weniger differenzierten Hirnmechanismus als bei den Säugern.

Manchmal fehlen auch Palaeencephalonteile ganz. — So haben Myxine und auch Proteus keine Spur eines Kleinhirnes und bei Petromyzon, ja bei den meisten Amphibien ist nur ein minimales Blättchen an Stelle des Cerebellums vorhanden. Bei den Vögeln und den großen Schwimmern wieder, den Haien und Lachsen z. B., ist es so enorm, daß man in dem Riesenorgane das dünne Blättchen gar nicht mehr wiedererkennt, aus dem es entstanden und das vielfach dauernd vorhanden ist.

Die Kleinhirnentwicklung ist so durchaus von den lokomotorischen Anforderungen abhängig, daß innerhalb ganz nahe stehenden Familien die größten Differenzen vorkommen. Nicht nur haben die wenig schwimmenden Flunderarten sehr kleine Cerebella sondern innerhalb der Schildkröten zeigen die landlebigen oft nur halb so große Cerebella als die schwimmenden Arten. Das gleiche beobachtet man an landlebigen Eidechsen und den schwimmenden großen Sauriern.

Wo immer man untersucht, jedesmal zeigt sich die Entwicklung der einzelnen Palaeencephalonteile von der Lebensweise durchaus abhängig.

In Spuren bei den Selachiern, größer schon bei den Amphibien tritt das **Neencephalon** auf, ein Apparat, der sich über jenes Palaeencephalon schaltet. In kontinuierlicher Reihe nimmt er durch die Amphibien bis zu den Säugern immer mehr zu und in der Reihe der letzteren wächst er zu dem enormen Gebilde an, das beim Menschen Träger aller höheren seelischen Funktionen ist.

Teilt man alle Handlungen in palaeencephale und neencephale ein, je nachdem sie von dem einen oder anderen der beiden großen Hirnabschnitte geleistet werden, so gewinnt man ein Einteilungs- und Studienprinzip für die vergleichende Psychologie.

Sie sehen, meine Herren, der Wege zum Ziele sind viele. Für

jede einzelne Aufgabe wird man sich immer neu die Frage vorlegen müssen, welche Methode zur Lösung anzuwenden ist, vor allem, wo man erwarten darf, den einfachsten Verhältnissen zu begegnen. Selten nur wird die Untersuchung von Organen des erwachsenen Menschen zu sicherem Ziel führen, meist wird es nötig werden, auf irgendeinem Wege sich künstlich größere Einfachheit zu schaffen.

Von Zeit zu Zeit hat man versucht, das, was über die feinere Anatomie des Zentralnervensystems bekannt war, in eine schematische Zeichnung zu fassen. Die ältesten schematischen Darstellungen der Hirnfaserung, welche mir bekannt wurden, finden sich bei Descartes in dem *Tractatus de homine*, der 1662 erschien.

In den folgenden Vorlesungen, meine Herren, wollen Sie an vielen Stellen Wort und Bild auch nur als eine Art Schema betrachten. Sie verfolgen nur den Zweck, Ihnen die wichtigsten Tatsachen möglichst übersichtlich vorzuführen. Dabei ist vieles Kontroverse, das sich noch nicht in den Gesamtplan einfügen läßt, nur kurz gestreift, gar manches Detail nicht erwähnt. Überall, wo es anging, sind nicht nur die auf rein anatomischem Wege gewonnenen Linien gezeichnet worden, sondern auch die Bahnen,, welche aus gut beobachteten pathologischen Fakten erschlossen werden konnten.

Ein Schema ist ein schwankendes Gebäude; es muß bald da, bald dort ausgebessert werden; es wird oft genug des Niederreißens und des Wiederaufbaus einzelner Teile bedürfen. Man hat die Berechtigung bestritten, Schemata aufzustellen auf einem Gebiete, das noch so viele Lücken aufweist, wie unser Wissen vom Bau des Zentralnervensystems. Lassen Sie es uns aber mit dem alten Burdach halten, der da 1819 schrieb: „Das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht allein, was not tut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überschauen, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muß. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“

## Zweite Vorlesung.

### Die Aufbauelemente.

Meine Herren! Daß die Hauptmasse des Nervensystems ein Abkömmling der Zellschicht ist, welche den Embryo außen überzieht, das hat die vorige Vorlesung Sie gelehrt. Ist das Nervensystem ein-

mal über die ersten Entwicklungsstadien hinaus, so zeigen sich histologisch schon im wesentlichen die Verhältnisse, denen man im ausgebildeten Zustande begegnet.

Diesen wollen Sie nun für kurze Zeit Ihre Aufmerksamkeit schenken.

So viele haben diesem Kapitel der Histologie ihr Interesse und ihre Arbeitskraft gewidmet, daß ein Anfang 1887 erschienenes Verzeichnis (Nansen) bereits 341 Arbeiten über Nervenfasern und Ganglienzellen aufweisen kann. Allein zwischen 1895 und 1908 sind ca. 1500 Arbeiten über die Struktur der Zelle veröffentlicht worden und ein 1908 erschienenes Literaturverzeichnis nur über die Spinalganglienzellen zählt 421 Nummern!



Fig. 10.

Nach Ranvier. Aus einem Rückenmarkstückchen. A und B Ganglienzellen, bei D Axenzylinder, p Protoplasmafortsätze, C Neurogliazellen.

Das ganze Zentralorgan wird aufgebaut von der Gerüstsubstanz und der Nervensubstanz. Die erstere wird zunächst repräsentiert durch die Scheiden der zahlreichen Gefäße, welche als stärkeres Gerüst das Organ überall durchziehen, dann aber durch die Neuroglia.

Die **Neuroglia** besteht aus Zellen und einer ungeheuren Masse feiner Fädchen von recht verschiedenem Kaliber, welche das ganze Zentralorgan durchziehen und, indem sie unendlich viele Überkreuzungen haben, ganz das Bild eines feinen Flechtwerkes darstellen. An manchen dieser Überkreuzungsstellen liegen dünne Zellplättchen den Fasern an.

Das Netz der Neuroglia verhält sich an verschiedenen Stellen des

Zentralnervensystems etwas verschieden und bildet z. B. an der Oberfläche dichte, von Nervensubstanz fast freie Anhäufungen.

Größere Nervenzellen werden häufig so umspinnen, daß sie in einem engmaschigen Korbe zu liegen scheinen.

Die Neurogliafaserung ist ein ganz eigenartiges Gewebe, das nur im zentralen Nervensysteme bis jetzt gefunden worden ist — nur der Sehnerv besitzt noch Glia — das sich durch seine Färbungsverhältnisse absolut von anderen Gewebsarten abgrenzen läßt, und sich auch bei pathologischen Prozessen in besonderer Weise verhält. Den faserigen Teil der Neuroglia kann man also vom Nervengewebe sicher abscheiden.

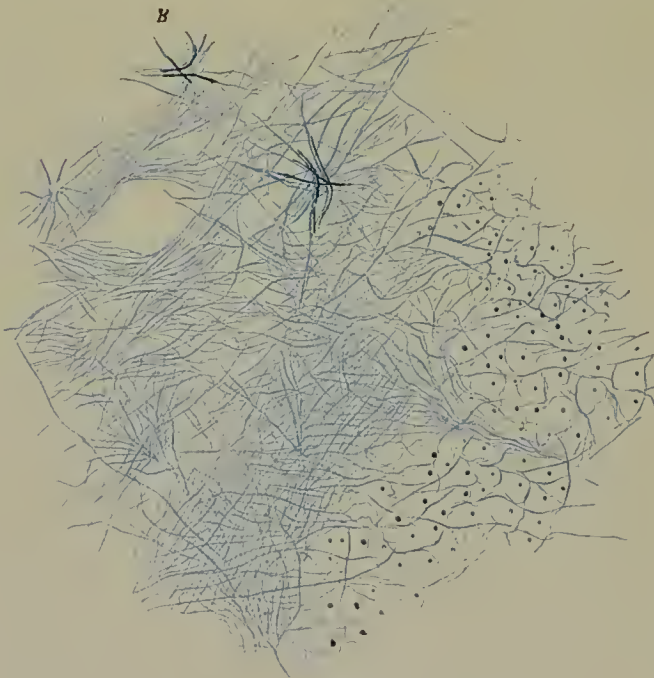


Fig. 11.

Neuroglia an der Grenze von weißer und grauer Substanz, nach einem Originalpräparat von C. Weigert. Neurogliafasern blau, Axenzylinder schwarz.

Anders verhält es sich mit dem zelligen Teil. Es liegen überall im Nervensystem Zellen mit relativ großen Kernen und wenig Protoplasma, die sich beim Eintreten pathologischer Prozesse anders verhalten als die Nervenzellen, die aber heute an Schnitten normalen Gewebes nicht immer mit aller Sicherheit von Ganglienzellen geschieden werden können, nicht nur weil es noch an einer spezifischen Färbung fehlt, sondern auch weil die äußere Form, ja die zu-

weilen büschelförmigen Protoplasmaausläufer allerlei Übergänge zu

zweifellosen Nervenzellen bieten. Es scheint viel leichter in erkranktem Gewebe zu sagen, was etwa Glia ist als in normalem.

Wenn irgendwo im Zentralnervensysteme Nervensubstanz durch Erkrankung ausfällt, so wuchert immer Glia in die leer werdenden Stellen.

In der Umgrenzung des zentralen Hohlraumes bleiben dauernd Epithelzellen, die bei niederen Vertebraten peripherwärts weithin durch das Nervensystem ihre Schwänze senden, beim Menschen aber viel kürzer sind. Manche tragen Flimmern.

Das eigentliche Nervengewebe, welches die Hohlräume des geschilderten Netzwerkes erfüllt, besteht aus Ganglienzellen, Nervenfibrillen und Nervenfasern.

Die Gestalt der **Ganglienzellen** ist eine außerordentlich verschiedene. Rundliche, fast kugelförmige Gebilde von geringer Größe mit spärlichen Fortsätzen, multipolare Organismen mit zahlreichen Ausläufern von der zwanzigfachen Größe jener kleinsten Zellen kommen vor; ja wir kennen im Rückenmark des elektrischen Aals, des *Malapterurus*, zwei isoliert liegende Ganglienzellen von solcher Größe, daß



Fig. 12.

Epithelzellen und Neurogliazellen in der Umgebung des Zentralkanals. Schnitt durch das Rückenmark eines menschlichen Embryo von 23 cm Länge. Nach v. Lenhossék. Behandlung mit der Golgi-Cajalschen Methode. Man beachte, daß nur ein Teil der Zellen den Silber Niederschlag angenommen hat. Das ist ein Vorteil des in der Einleitung erwähnten Verfahrens, weil es nur dadurch bei dem großen Faserreichtum möglich wird, das, was zu einzelnen Zellen gehört, richtig zu erkennen.

die mächtige einzige Nervenfasern, welche jede aussendet, genügt, um das ganze, sehr große elektrische Organ zu innervieren. Man kann sie mit bloßem Auge gut sehen.

Über den feineren Bau der Ganglienzellen und ihrer Ausläufer haben wir erst näheres erfahren, seit es gelang, sie zu färben oder mit Metallsalzen zu imprägnieren, namentlich seit man weiß, daß Substanzen in den Zellen vorkommen, welche sich mit bestimmten Farb-

stoffen elektiv färben. Was ich Ihnen hier mitteile, ist nicht einzelnen Färbungen entnommen, sondern mag Ihnen als Fazit gelten, das man heute aus dem Resultat der verschiedenen Behandlungsmethoden ziehen kann. Je nach der technischen Behandlung der Präparate erhält man nämlich sehr verschieden aussehende Bilder von Ganglienzellen. In Fig. 10 sind zwei Ganglienzellen abgebildet, wie sie sich nach Behandlung mit Karmin und Pikrokarmin darstellen. Fig. 21 zeigt dann nach Golgi behandelte Zellen, an welchen der Silberniederschlag die Ausläufer erkennen läßt. Von der Struktur der Zelle ist aber nichts zu erblicken. Strukturbilder, wie sie namentlich bei Untersuchungen im Bereich der Pathologie wichtig sind, bekommt man nur auf anderen Wegen. Die drei stark vergrößerten Zellen auf Figur 13 zeigen, was bisher hier die mikroskopische Technik leistet. Viele Ganglienzellen führen Pigment von braungelber Farbe. In den beiden erwähnten Zellen ist seine Lage durch die schwarze Schraffierung angedeutet.

Das Protoplasma der Zelle selbst hat wahrscheinlich eine Struktur etwa wie ein Schaum, doch gibt es, wie überall, wo man einen größeren Zelleib bisher erforschen konnte, auch Ansichten, welche den Aufbau anders auffassen. Mitten in dem Schaum liegt der gut studierte Kern, und auch ein Centrosoma ist für einige Zellarten nachgewiesen.

Natürlich hat man bei einer Zellart, welche so überaus wichtige und von der übrigen Zelltätigkeit so verschiedene Funktionen hat, mit besonderem Eifer und mit sorgfältigster Anwendung der manigfachsten technischen Verfahren nach Besonderheiten gesucht, welche die Ganglienzellen charakterisieren. Bisher haben sich namentlich verschiedenartige gekörnte Einlagerungen von ganz charakteristischer Färbbarkeit nachweisen lassen.

Namentlich eine Art von Körnern, durchweg größerer Art und nicht in bestimmten Beziehungen zur Protoplasmastruktur, haben wir durch Nissl kennen gelernt. Über diese Fig. 13 sichtbare tigroide Substanz haben des genannten Gelehrten seit 1879 fortgesetzte Studien zu sehr wichtigen und bereits für Physiologie und Pathologie verwertbaren Resultaten geführt.

Trifft irgend eine Schädigung die Ganglienzelle, sei es, daß ein Gift eingreift, oder daß die Funktion eine übermäßige ist, oder daß der Axenzylinder abgetrennt wird, oder die Blutzufuhr behindert wird, immer entstehen innerhalb der färbaren Substanz Veränderungen, die bei intensiver Schädigung zu fast völligem Verschwinden derselben führen können. Aber es ist, bleibt nur der Kern ungeschädigt, Restitutio ad integrum wieder möglich.

Das Studium dieser Zellveränderungen ist, wie Sie leicht einsehen, von der allergrößten Wichtigkeit. Eröffnet es uns doch endlich einen Einblick in die feineren Vorgänge während der Funktion selbst.

Bei der funktionellen Inanspruchnahme der Nervenzellen

scheinen die sich besonders intensiv färbenden Zellsubstanzen, diejenigen, welche durch ihre Anordnung der Zellzeichnung das Charakteristische geben, abzunehmen, und die Zellen lichten sich dadurch. Solche intensiv färbare Substanzen sind zwar noch nicht in allen Zellen gefunden, aber was ich Ihnen da mitteilte, hat sich in mannig-

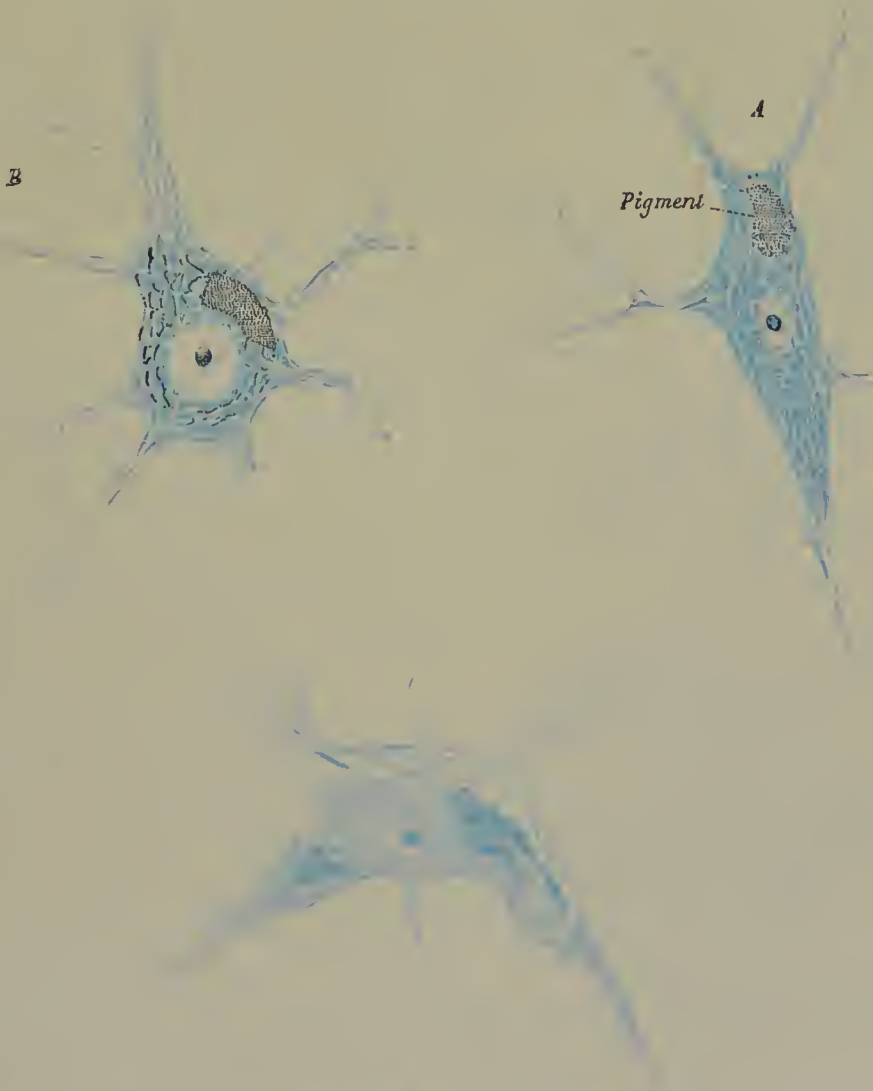


Fig. 13.

Drei verschiedene Typen von Ganglienzellen. Färbung der tingierbaren Substanzen. Originalzeichnungen von Nissl. *A* und *B* stammen aus dem Vorderhorne des menschlichen Rückenmarkes, *C* aus einem Kerne der Oblongata. Solche Typen unterscheidet Nissl je nach Färbbarkeit und Anordnung der Granula eine ganze Reihe. Außerdem hat jeder Typ noch verschiedene Erscheinungsweisen.

fachen Versuchen gezeigt. Es war war an den Rückenmarkszellen von Hunden zu konstatieren, die Mann durch Treppenlaufen ermüdet hatte, und an den Rindenzellen der ermüdeten Sehsphäre bei Tieren, deren eines Auge von ihm intensiver Belichtung ausgesetzt war. Es hat sich auch an den großen Rückenmarkszellen von Hunden gezeigt,

bei denen F. Pick durch Rindenreizung Beinkrämpfe erzeugt hatte. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß diese sich intensiv färbenden Zellsubstanzen aus einem Materiale bestehen, welches direkt der Zellfunktion dient und durch dieselbe aufgebraucht wird.

Der schlüssige Beweis ist aber erst von G. M. Holmes erbracht worden. Dieser hat Frösche mit Strychnin vergiftet und den krampfenden Tieren durch Kochsalzausspülung des Körpers immer wieder die Verbrauchsprodukte zu entziehen versucht. Dann verarmen die Ganglienzellen vollständig an färbbarer Substanz. Man kann alle Zwischenstadien finden, wenn man genügend früh den Versuch abbricht. Setzt man aber die schwer vergifteten Tiere in

Eiswasser, wo alle Krämpfe ausbleiben, so ändert sich trotz des kreisenden Strychnines die Zellstruktur nicht. Das Krampfen, die Tätigkeit allein, verbraucht die in den Zellen eingeschlossenen Körner.

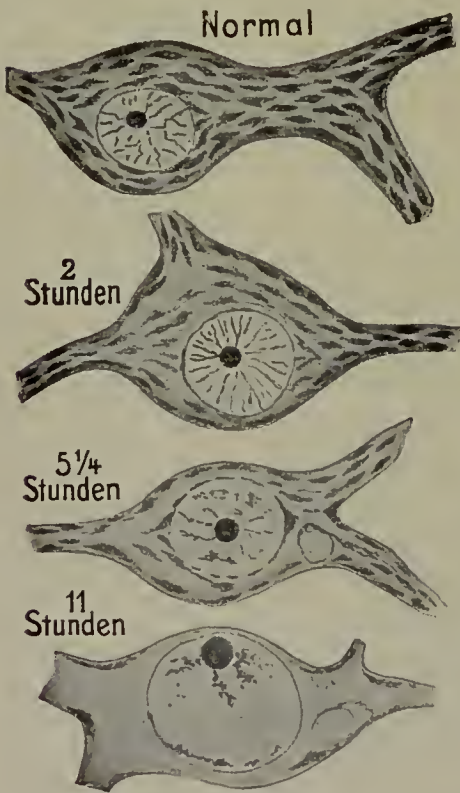


Fig. 14.

Ganglienzellen vom Frosch durch Strychnin-krampf von verschieden langer Dauer verschieden stark erschöpft.

zu Nerven-Muskel-Sinnesepithelzellen herstellen. Sie bilden wohl die intrazentralen Bahnen und die peripheren Nerven.

Die Fibrillen enden nicht in der Ganglienzelle, sie erfahren in dieser nur eine Umlagerung und kommen in ihr mit den vorerwähnten durch Funktion oder Erkrankung verschwindenden Stoffen irgendwie in Beziehung.

Seit man die Ganglienzelle kennt, haben unzählige Versuche stattgefunden, ihre Beziehungen zu den peripheren und zentralen Nervenbahnen festzustellen. Hier liegt ja eines der wichtigsten Probleme für



unsere Gesamtauffassung des Nervensystems. Es ist von größtem Interesse, den Arbeiten nachzugehen, die man zu seiner Lösung angestellt hat, zumal diese noch nicht endgültig gefunden ist.

R. Wagner hat zuerst gezeigt, daß aus vielen Ganglienzellen nur ein Fortsatz direkt bis in den Nerv hinein verfolgt werden kann, und andere Forscher haben das bestätigt. Diesen Fortsatz bezeichnet man als „Neurit“, auch als „Axenzylinderfortsatz“, oder als „Axon“. Was aus den Axenzylindern wird, welche nicht in Nerven gehen, welche Rolle die anderen Fortsätze der Zelle, die „Protoplasmafortsätze“ oder „Dendriten“ spielen, das blieb ganz dunkel, bis Gerlach 1870 angab, alle jene Fortsätze bildeten untereinander ein Netz, und diesem entstammten dann wieder Nervenfasern.

Im Laufe der letzten Jahre haben unsere Kenntnisse hier eine ganz ungeahnt große Erweiterung erfahren. Ermöglicht wurde

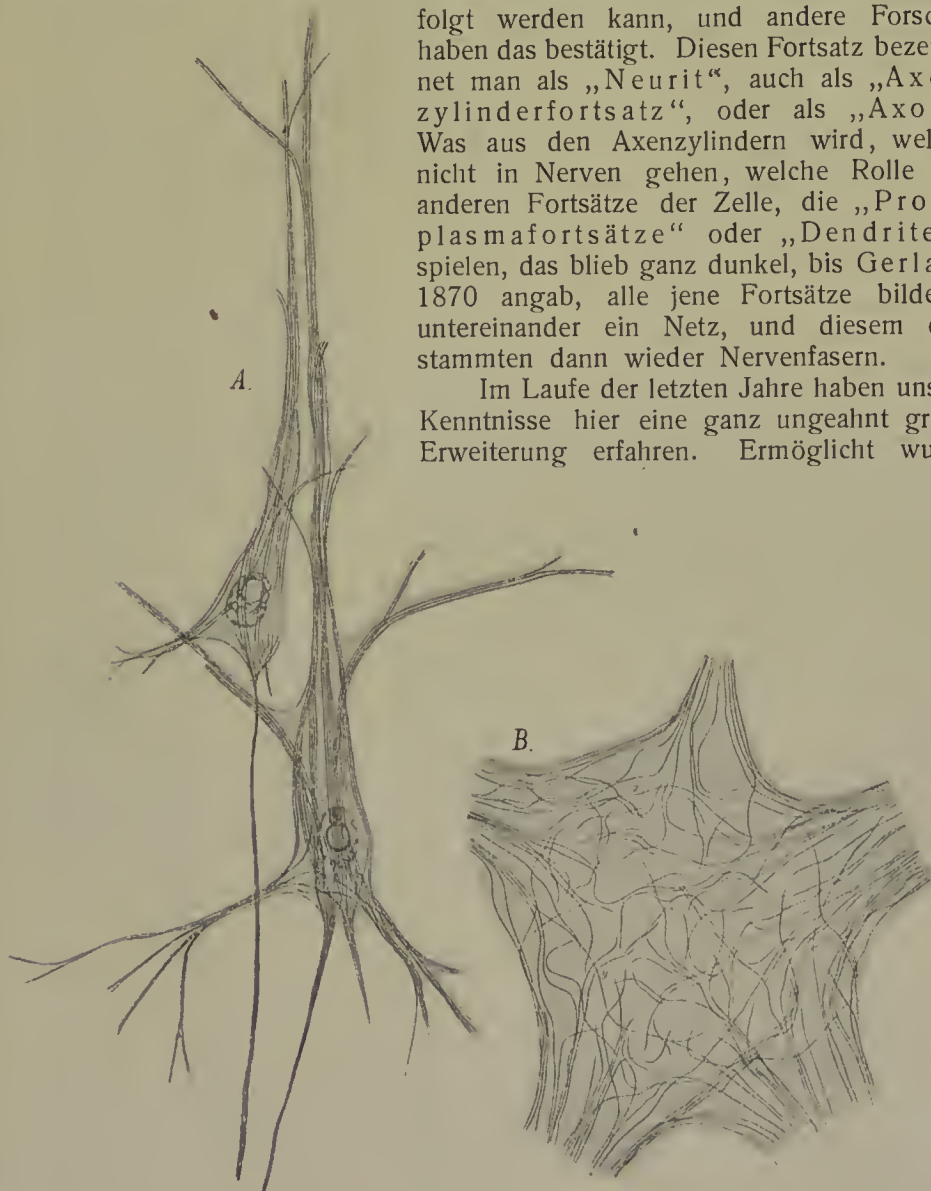


Fig. 15.

Fibrillen in Ganglienzellen. *A* in großen Zellen des Gyrus centralis der Hirnrinde. *B* motorische Zelle aus dem Lendenmarke. Beide Zellen vom Menschen. Nach Bethe.

diese durch die Fortschritte der histologischen und der farbenphysiologischen Technik. Es ist zuerst Bellonci durch Osmiumfärbungen, dann in noch überzeugenderer Weise Golgi durch Behandlung der Zellen mit Sublimat- oder auch mit Silberniederschlägen gelungen, nachzuweisen, daß aus einigen Zellen die Axenzylinder direkt in Nervenfasern übergehen, daß aus anderen Zellen aber

Axenzylinder stammen, welche sich zu einem Netz verzweigen. An der Bildung dieses Netzes sollen auch Seitenzweige der Axenzylinder teilnehmen, welche von den Zellen des erst geschilderten Typus stammen. Aus dem Nervennetz gingen dann, meinte Golgi, wieder Nervenfasern hervor. Es gäbe also eine doppelte Ursprungsart von Nervenfasern: eine direkte, und eine erst durch ein Netz vermittelte. Die Dendritenfortsätze der Zellen sollten mit der Bildung von Nervenfasern nichts zu tun haben. Ihnen falle vielmehr vielleicht eine ernährende Rolle zu.

Was Golgi aus zahlreichen, zum Teil sehr komplizierten Bildern von der Hirnrinde und dem Rückenmarke des Menschen und der Säuger geschlossen hatte, das hat B. Haller, welcher an den Ganglien von Mollusken und Würmern arbeitete, wo die histologischen Verhältnisse sehr übersichtlich sind, direkt zu sehen vermocht. Nach seiner Ansicht stammt aber jenes Netz aus den unter sich wesentlich gleichwertigen Zellfortsätzen.

Durch diese Arbeiten, ebenso durch Studien von Nansen u. a. schien der Nachweis erbracht, daß es eine doppelte Ursprungsart von Nervenfasern, eine direkte und eine durch jenes Netz vermittelte, gebe. Das hat sich denn auch als richtig erwiesen, als man die Daten verglich, welche die Entwicklungsgeschichte und die, welche die Pathologie boten.

Wo immer motorische Nerven vorhanden sind, wachsen sie von Zellen des Zentralorganes hinaus in die Peripherie und wo



Fig. 16.

Vom vorderen Rande eines Querschnittes der grauen Vorder-  
säule. Übergang der Zellfortsätze in die vorderen Wurzeln.  
Karm溇präparat 100 $\times$ ; Nach Henle.

immer man sensible Nerven verfolgte, da sah man sie in einer Spinal- oder Kopfganglienzelle enden und aus dieser eine „Wurzelfaser“ sich in das Zentralorgan wenden. Dort teilt sie sich und löst sich anscheinend in einem feinen Netz auf. Dieses Netz umspinnt dann im Zentralorgan liegende Ganglienzellen (Fig. 16 u. 17).

Die Golgimethode hat die merkwürdige Eigenschaft, daß sie fast immer nur einzelne Zellen mit den zugehörigen Ausläufern isoliert färbt. Man kann oft in Schnitten, die sonst fast gar nicht imprägniert sind, eine Zelle bis in ihre allerfeinsten Verzweigungen hinein geschwärzt finden. Fast niemals sieht man die Ausläufer einer Zelle mit

denjenigen einer anderen direkt zusammenhängen. Auch in Präparaten, die mit der vitalen Methylenblaumethode hergestellt sind, erscheinen die Zellen mit ihren Ausläufern von benachbarten Zellen mehr oder weniger deutlich isoliert.

Diese anatomischen Beobachtungen führten zu dem Schluß, daß

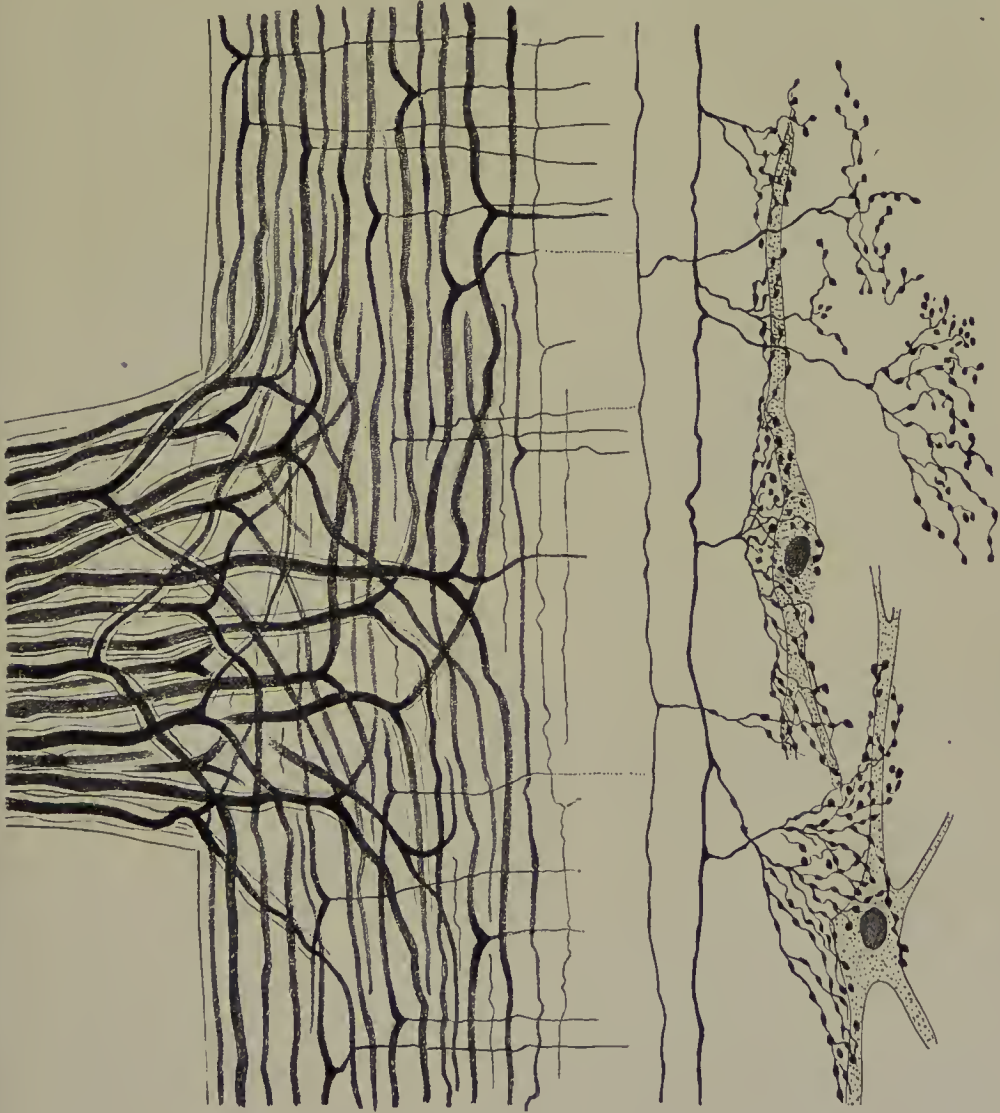


Fig. 17.

Die von links aus den Spinalganglienzellen kommende rezeptorische Wurzel löst sich zu feinen Pinseln im Rückenmarke auf, die dortliegende Zellen umspinnen. Nach S. R. y Cajal.

jede Zelle mit ihren Ausläufern ein Ganzes bildet, das für sich da-  
steht und nur durch Kontakt mit benachbarten Fasern und Zellen zu-  
sammenhängt. Diese Einheit, welche zuerst von S. Ramon y Cajal  
konzipiert wurde, nannte Waldeyer, alle bis dahin bekannten Studien  
zusammenfassend, ein **Neuron**. Er konnte dabei sich auch auf ent-

wicklungsgeschichtliche Arbeiten von His stützen, den seine Studien zu gleicher Anschauung geführt hatten. Vielleicht hätte die **Neurontheorie**, wie diese Auffassungsart bald genannt wurde, gar nicht so schnell und so intensiv die Anschauungen fast aller Forscher beeinflußt, wenn ihr nicht von ganz anderer Seite her mächtige Stützen geworden wären. Die Erfahrungen der experimentellen Pathologie und der pathologischen Anatomie lehren überall, daß, wenn eine Ganglienzelle erkrankt oder verletzt wird, die Veränderungen sich zunächst nicht weiter fortpflanzen, als die Fortsätze eben jener Zelle reichen. Namentlich ließ sich das an den Axenzylindern der peripheren Nerven

nachweisen, deren oft viele Zentimeter langer Verlauf sehr wohl studiert werden kann. Sie sind in ihrem Bestande durchaus von dem Zusammenhange mit einer normalen Zelle abhängig. Forel, welcher sehr vielfach derartige Entartungen nach experimentell gesetzten Verletzungen am Nervensystem auftreten sah, zog deshalb den gleichen Schluß, zu welchem die Anatomen gekommen waren, den Schluß, daß jede Zelle mit ihrem Ausläufersystem ein in gewisser Art selbständiger Organismus sei. Er und Monakow, der dann jene Studien speziell ausbaute, kamen also aus Gründen, welche ihnen die Pathologie bot, ebenfalls auf die Neurontheorie. Eine Wechselwirkung mit

den gleichzeitigen anatomischen Entdeckungen fand natürlich statt.

Allmählich bildete sich bei der Mehrzahl derjenigen, welche sich mit dem Aufbau des Nervensystems beschäftigten, die Ansicht aus, daß das Nervensystem aufgebaut sei aus übereinander geschichteten Neuronen, in der Art etwa, daß die Ausläufer einer Zelle sich nach kürzerem oder längerem

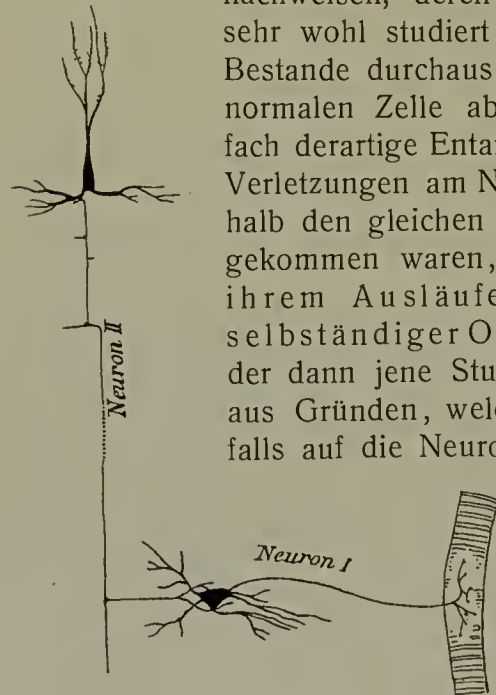


Fig. 18.

Schematische Darstellung des Verhaltens von Ganglienzelle und Nerv in einem Teile des motorischen Innervationsweges.

Verlaufe irgendwie an den Körper oder die Ausläufer einer anderen Zelle anlegten. Man dachte sich die gesamte Nervenleitung zusammengesetzt aus Neuronen erster, zweiter, dritter usw. Ordnung.

Es ist gar kein Zweifel, daß die Neurontheorie in anatomischen und in pathologischen Dingen außerordentlich anregend und fruchtbringend gewirkt hat; erklärt sie doch mancherlei bis dahin unklare Vorgänge und läßt sie doch auch den bisher so verwickelt erscheinenden Bau des Nervensystems viel einfacher erscheinen.

Es hat, wie immer bei großzügigen Konzeptionen, auch nicht an Widerspruch gefehlt. Namentlich das Studium der Fibrillen ließ sehr ernsthafte Bedenken aufsteigen. Zuerst hat Apáthy die Hypothese

aufgestellt, daß das Wesentliche des Nervensystems nur durch das Fibrillenwerk dargestellt sei, das ohne Unterbrechung, als ein aus vielfach sich überkreuzenden, durchflechtenden Fasern, spezifischer Natur, aufgebautes System den ganzen Körper durchziehe. Irgend welche Einheiten, Neurone, existierten nicht; in den Ganglienzellen liegen die Durchflechtungs- und Austauschstellen der Fibrillen, außerdem in einem zunächst nur für die Wirbellosen sicher nachgewiesenen extraganglionären dichten Netzwerke.



Fig. 19.

Nach Veratti. Zellen des Trapezkörpers der Katze. An die Ganglienzellen treten von außen dicke oder dünne Fasern heran, die sie umflechten.

Was im Laufe der nächsten Jahre von anatomischer Seite beigebracht wurde, ließ sich recht wohl mit der Neurontheorie vereinigen.

Aber diese ganze Anschauungsweise ist doch noch nicht allgemein akzeptiert.

Die Neurontheorie legt den Akzent auf die Einheit der Nervenzelle und ihrer Ausläufer. Daß eine solche Einheit existiert, mindestens im biologischen Sinne existiert, ist nicht mehr zu bestreiten. Es gibt doch allzuvieler Erfahrungen, die im Gebiete der Pathologie gesammelt sind, Erfahrungen, welche gar nicht anders erklärbar sind, als durch die Annahme, daß jede Nervenzelle mit allen ihren Ausläufern ein selb-

ständiger Organismus ist, der isoliert zur Erkrankung, isoliert zum Schwund gebracht werden kann. Ja längst, ehe man den Begriff des Neuron gemünzt hatte, war dieser Begriff der biologischen Einheit jeder Zelle von der pathologischen Anatomie konzipiert worden.

Eine Frage aber, die noch nicht mit aller Sicherheit gelöst scheint, ist die, ob die einzelnen Neurone wirklich immer anatomisch isoliert existieren, ob nicht doch durch die Fibrillen wirkliche Verbindungen zwischen je zwei Neuronen geschaffen werden. Wir wissen durch gute Beobachter, daß Anastomosen zwischen Ganglienzellen vorkommen können, und kennen überall im Nervensystem Zellen, die so eng von den Ausläufern anderer Zellen umschlungen sind, daß man nicht sicher

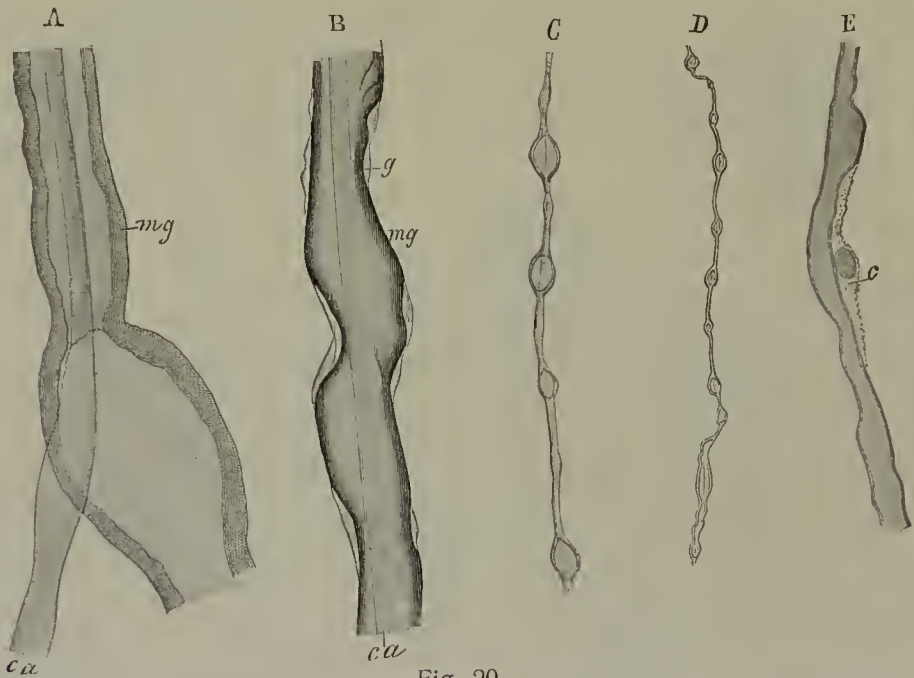


Fig. 20.

Nach Ranvier. Verschiedene Nervenfasern isoliert aus dem Rückenmarke des Hundes; *ca* Achsenzylinder, *mg* Markscheide, *g* peripherische Hülle, *c* Kern und Protoplasma an der Oberfläche einiger weniger Fasern zu sehen.

sagen kann, ob aus jenen allerfeinsten Fäserchen in das intrazelluläre Fibrillennetz der Zelle eindringen oder ob nur ein Kontakt vorliegt.

Über die Ernährung der Ganglienzellen wissen wir wenig. Alle liegen in sehr enge Kapillarschlingen eingeschlossen und in ganz große Zellen dringen manchmal Kapillare ein. Dann hat neuerdings Holmgren gezeigt, daß aus den Lymphräumen, welche alle Zellen umgeben, in ihr Inneres feine Spalten eindringen, welche als gewundene Kanälchen in vielerlei Zellen bereits gefunden worden sind.

Die Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark sind von sehr wechselnder Breite und bei reifen Säugern vielfach mit Markscheiden umgeben. Jede Nervenfaser verliert da, wo sie in das Zentralorgan eintritt, ihre Schwannsche Scheide. Nur eine dünne, zuerst von

Ranvier gesehene, schon im peripheren Nerven vorhandene Membran bedeckt innerhalb des Gehirnes und Rückenmarkes das Nervenmark.

Daß die peripheren motorischen Nerven aus Zellen des Zentralorganes, daß die sensiblen Nerven aus Zellen der Spinalganglien zum Endapparat in dem Muskel oder der Haut auswachsen, das habe ich bereits mitgeteilt. Es ist aber noch nicht ausgemacht, ob der ganze lange periphere Nerv nun einfach durch Auswachsen der erwähnten Ausläufer sich bildet oder ob nicht peripherer liegende Mesodermzellen an seinem Weiterwachsen beteiligt sind. Aber eines steht fest, das ist der Einfluß, den die zentralen Zellen auf den peripheren Nerv ausüben. Wenn die Vorderhörner beim Kinde oder Erwachsenen untergehen, dann zerfallen allemal die motorischen Nerven in ihrer ganzen Länge, und wenn die Spinalganglien zerstört werden, entarten sicher die sensiblen Nerven ganz.

Die Entwicklung der Markscheide an den zentralen Nervenfasern bietet ein ganz besonderes Interesse. Die Markscheiden der verschiedenen Faserzüge entwickeln sich zu verschiedenen Zeiten. Es scheint, als erfolge das in irgend einem Zusammenhang mit der Ingebrauchnahme einer Bahn.

Zuerst von allen Bahnen entwickeln sich im Rückenmarke diejenigen, welche Eindrücke von der Haut und den Muskeln zuleiten, und mit ihnen die Antwortapparate für den Reiz, der zentrale Reflexapparat und die Vorderwurzeln. Erst sehr allmählich treten dann die Markumhüllungen in denjenigen Bahnen ein, welche den Eigenapparat des Rückenmarkes mit höheren Zentren verbinden. Die Züge, welche in den mächtigen, phylogenetisch erst sehr spät erworbenen Assoziationsapparat des Großhirnes treten, sind oft bei der Geburt noch marklos. Wird ein Kind zu früh geboren, so kann es kommen, daß Bündel, welche in der entsprechenden Fötalperiode noch ohne Mark sind, sich schnell mit solchem umhüllen. Werden neugeborene Tiere mit einseitig geöffneter Lidspalte dem Tageslicht ausgesetzt, so reift das Mark in dem belichteten Optikus schneller, als in dem dunkel gehaltenen. Die markhaltigen Fasern in der Kaninchenretina, welche beim Neugeborenen noch nicht weiß sind, können durch vorzeitiges Öffnen der verklebten Lider zu einer Frühreife gebracht werden. Die Funktion ist aber nicht das einzige Element, welches die Markreifung herbeiführt, denn auch, wenn man die Lider ganz vernäht, entwickeln sich doch allmählich Markscheiden in den Sehnerven und in den ersten Endstätten dieser Nerven im Gehirn. Auch sonst können wir beobachten, daß Nerven, welche nie recht in Funktion getreten sind, sich doch allmählich mit Markscheiden umgeben. Es hat sich durch Vererbung wohl längst in den Nerven die Tendenz zur Reifung ausgebildet. Daneben erkennen wir aus dem zweifellosen Einfluß der Funktion, welche Rolle diese bei der phylogenetischen Entwicklung gespielt haben muß und welche sie in der Ontogenese noch spielt.

Wir besitzen auch im nachebryonalen Leben noch sehr viele unausgebildete Nervenbahnen. Besonders im Großhirne legen sich bis in das mittlere Lebensalter immer noch neue markhaltige Bahnen an. Das Verhalten der Markscheidenentwicklung läßt es nun sehr wahrscheinlich erscheinen, daß wir uns diese neuen Bahnen durch Übung selbst schaffen. Vielleicht beruht unser ganzes Erziehen darauf, daß wir durch Übung neue Bahnen gebrauchsfähig machen.

Im allgemeinen erscheinen die Teile, welche wesentlich nur aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, weiß (weiße Substanz), diejenigen, in welchen die Neuroglia, die Ganglienzellen und Axenzylinder vorherrschen, grau (graue Substanz). Die graue Substanz ist gefäßreicher als die weiße.

## Dritte Vorlesung.

### Der Aufbau des Nervensystemes. Physiologisches.

Meine Herren! Nachdem wir in der letzten Vorlesung vieles von den Aufbauelementen des Nervensystemes erfahren haben, wollen wir heute betrachten, wie diese sich zusammenordnen.

Allzuviel ist darüber nicht bekannt, wenigstens nicht sicher bekannt.

Das Wichtigste, was Sie in der vorigen Vorlesung über die Ganglienzellen erfahren haben, ist, daß diese verschiedenartigen Zellkörper die Sammelstätten zahlloser Nervenfibrillen sind, die von allen Seiten in sie eintreten. Sie ordnen diese dann um und leiten sie in andere Fortsätze über. Ein einzelner dieser Fortsätze, der Axenzylinder, wird zum Aufbauelement besonderer, längerer und kürzerer Nervenbahnen. Innerhalb der Zelle kommen die Fibrillen mit Substanzen in Berührung, von denen es wahrscheinlich ist, daß sie irgend eine Kraftquelle für die Zelltätigkeit liefern, Substanzen, welche durch die Zellfunktion selbst zum Aufbrauch gebracht werden. In der Zelle liegt noch der Zellkern. An seine Existenz knüpft sich die Lebensfähigkeit eines längeren oder kürzeren von der Zelle ausgehenden Stückes der Nervenbahn.

Man sieht die Ganglienzellen und ihre Ausläufer als die Elemente an, welche die Funktion des Nervensystemes tragen. Schon bei sehr niedrig stehenden Tieren treten sie auf, isoliert und auch schon zu einzelnen Haufen — Ganglienknotten — angeordnet. Je nachdem diese Haufen vereinzelt peripher liegen oder in größerer Menge und bestimmter Anordnung durch Nervenzüge untereinander verknüpft getroffen werden, spricht man von peripheren Ganglienknotten oder von einem Zentralnervensystem. Im allgemeinen erkennt man, daß in der Tierreihe eine Tendenz zum Zusammenfassen vieler Knotten in ein einziges Nervensystem besteht. Aber es drängt das, was wir vom anatomischen Aufbau und von den Funktionen des Zentralnervensystemes der Wirbeltiere wissen, mehr und mehr zu der Annahme, daß auch die einzelnen Teile des Zentralorganes noch imstande sind, in gewissem Maße selbständig zu funktionieren, daß auch Gehirn und Rückenmark der Wirbeltiere nur bestehen aus einer Reihe einzelner Zentren.



Ein Darm, den man aus dem Tiere herausnimmt, bewegt sich noch lange und ein Bienenstachel sticht, wenn er berührt wird, selbst dann, wenn nur noch die letzten Bauchsegmente von der ganzen Biene erhalten sind. Aber selbst den Frosch kann man bis zu einem gewissen Grad noch abteilen. Während der Brunstzeit umklammert ein nur aus den Vorderbeinen und dem zugehörigen Rückenmarkstückchen bestehender Ring, an dem also der ganze übrige Frosch abgeschnitten ist das Weibchen, wenn er nur in Berührung mit dessen Haut gesetzt wird, sofort fest. Im Laufe der Stammesentwicklung haben sich, wie wir



Fig. 21.

Aus der Ammonsrinde des Kaniinchens, kombiniert nach Präparaten von S. R. y Cajal. *abc* Assoziationszellen. Ihr langer Achsenzylinderfortsatz spaltet sich zu moosförmigen Reisern auf, welche in die Schicht der Pyramidenzellen *A* eindringen. Links außen eine einzelne vollgezeichnete Pyramidenzelle. Sie tritt durch ihren nach unten abgehenden Achsenzylinder mit dem Mark des Gehirnes und durch ihre nach oben strebenden Dendriten wieder mit anderen Faser- und Zellsystemen — nicht abgebildet — in Beziehung. Zu diesen mannigfachen Verbindungen kommt dann noch die durch die moosförmigen Fortsätze gegebene Assoziation vieler Pyramidenzellen untereinander.

nachher sehen werden, einzelne Zentren mit anderen so verbunden, daß sie nicht mehr unabhängig arbeiten können.

Jedes Nervensystem ist aufgebaut aus zuleitenden und ableitenden Bahnen und aus solchen, welche Verbindungen der Einzelemente untereinander herzustellen geeignet sind. Die beiden ersten Arten finden sie Fig. 15 u. 16 und später noch oft abgebildet, von den letzteren, die vielfach aus eigenen Zellen — Assoziationszellen — stammen, gibt Fig. 21 ein gutes Bild. Durch die unzähligen, überall hinaufzweigenden Fibrillen, welche namentlich in der grauen

Substanz liegen, sind mehr innere Verbindungsmöglichkeiten gegeben, als wir ausdenken können!

Wir wissen, daß ein motorischer Nerv funktionsunfähig wird, wenn er von seiner Ursprungszelle getrennt ist, und wissen auch, daß Zerstörung des Graues, in dem sensible Fasern enden, deren Funktion völlig aufhebt. Wir wissen ferner, daß wir durch Reizung der Zellen, in denen ein Nerv endet, alle Erscheinungen erzeugen können, welche gewöhnlich bei der Funktion des Nerven sichtbar werden. Das allein hat zu dem Schlusse geführt, daß in den Ganglienzellen und

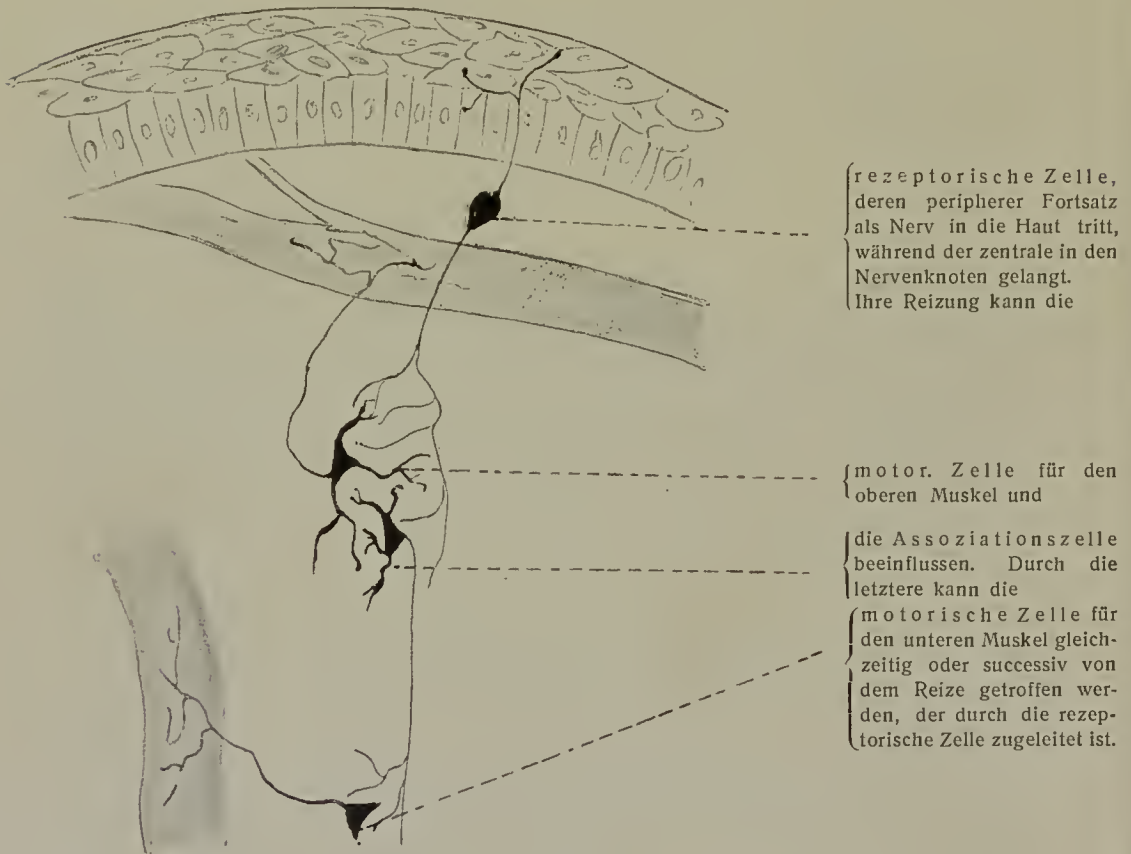


Fig. 22.

Sehr einfach gebauter nervöser Apparat, Motorischer Nerv, sensibler Nerv und Zentralapparat. Schema geeignet zur Erläuterung der einfachsten Reflexe.

den Verbindungen, welche sie untereinander eingehen, die Unterlage für die Nerventätigkeit gegeben ist. Zahlreiche Versuche haben dann gezeigt, daß ein sensibler Eindruck, der, von der Peripherie herkommend, in das Zentralorgan eintritt, dort liegende Ursprungszellen von motorischen Fasern anregen, ihre Endpunkte, die Muskeln, zur Tätigkeit bringen kann. Man bezeichnet bekanntlich diesen Vorgang als Reflex. Die Untersuchung solcher Reflexe hat dann zu dem weiteren, sehr interessanten Resultate geführt, daß der sensible Reiz nicht unmittelbar den motorischen Vorgang auslösen muß,

daß vielmehr eine gewisse Intensität des ersten Reizes nötig ist, aber daß auch ein schwacher Reiz, wenn er eine Zeitlang anhält, schließlich den motorischen Apparat beeinflussen kann. Man nimmt an, daß die Ganglienzellen geeignet sind, Reize, die ihnen zukommen, eine Zeitlang aufzuspeichern, zurückzuhalten, bis dann zu große Reizhöhe oder ein von anderer Stelle her neu eintretender Reiz sie zu plötzlicher Entladung bringen kann.

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die Übertragung der Reflexe durch das Fibrillenwerk vermittelt wird.

Ein einzelner Reiz trifft wohl kaum je nur eine Zelle. Es ist vielmehr wahrscheinlich und in das Schema der vorstehenden Figur 22 aufgenommen, daß ein Eindruck, welcher nur von einer Stelle der Peripherie durch eine einzige Faser dem Zentralorgan zugeführt wird, dort einen ganzen Komplex von motorischen Zellen zu „laden“ vermag. Die Entladung wird deshalb zumeist nicht etwa nur eine motorische Faser erregen, sondern je nach der anatomischen Verknüpfung der motorischen Zellen immer gleich einen ganzen Komplex von Muskelfasern zur Kontraktion bringen. So erklärt es sich, wie ein einziger sensibler Reiz zu einer komplizierten Bewegung, an der viele Muskeln sich beteiligen können, führt. Was für ein motorischer Erfolg auf einen sensiblen Reiz eintritt, das hängt ab von der Kategorie von Gefühlsnerven, welche erregt sind und ganz besonders von der Verknüpfung der Zellen, welche an der Eintrittsstelle den motorischen Apparat bilden. Sehr vieles spricht dafür, daß solche Verknüpfungen im Laufe der Stammesentwicklung einmal erworben, weiter vererbt werden, daß also der Bau eines einzelnen Nervenknotens im wesentlichen der gleiche für jedes Individuum ist, und daß durch diese angeborene Anlage zahlreiche uns kompliziert erscheinende Aktionen ein für allemal begründet sind. Es ist z. B. sehr wahrscheinlich, daß der ganze Apparat, welcher den Sprung des Frosches, das Schwimmen der Fische, den Gang des neugeborenen Hühnchens ermöglicht, ein fertiger, immer gleichartiger ist. Ein von außen kommender adäquater Reiz setzt ihn in Tätigkeit wie der Stoß an den Pendel ein Uhrwerk in voraus bestimmten Gang bringt. Aber es gibt Erfahrungen, welche lehren, daß in bestimmten Teilen des Nervenapparates immer neue Verknüpfungen durch die Einübung hergestellt werden können. Das Zentralnervensystem zerfiel danach in einen Teil, der angeboren wohl ältester Einübung entstammt, und in andere Teile, die erst durch Übung während des Einzellebens ihre Verbindungen bekommen.

Angeborene Mechanismen sind wohl in allen Teilen des Nervensystems zu finden, auch zeigt die Beobachtung der Bewegungen von Embryonen und Neugeborenen, daß mindestens im Bereiche des vegetativen Funktionen dienenden Apparates, im Sympathicus also, ferner im großen Gebiete des Rückenmarkes und der Oblongata solche die

vorherrschenden sind. Wahrscheinlich kommt hierzu noch ein guter Teil des Mittelhirnes und des Kleinhirnes. Die vergleichende Anatomie lehrt, daß bis hinauf zu den Primaten die vor diesen Hirnteilen liegenden Apparate noch ständig großer Variationen fähig sind, und es zeigt speziell die Beobachtung der Hirnrinde in ihrem individuellen Ausbau, daß hier noch für das Einzelindividuum durch Einübung neue Bahnen ständig geschaffen werden.

Soweit rein motorische Effekte als Resultat der Reizungen in Betracht kommen, bezeichnet man den hierzu nötigen Apparat als *Bewegungskombination*. Sie dürfen sich nun aber solche Kombinationen von Ganglienzellen zu gemeinsamer Aktion nicht als gar zu einfach vorstellen. Die allermeisten Bewegungen bedürfen zu ihrem Ablauf einer längeren Zeit, während welcher mehrfach andere Muskeln als die anfangs in Aktion getretenen eingreifen können. Es muß deshalb Bahnen geben, die von einer Kombination von Zellen zu einer zweiten führen, und die erst dann vom Reize beschritten werden, wenn die erste Aktion vollendet ist. Solche Vorgänge wird man zweckmäßig als *sukzessive Bewegungskombinationen* bezeichnen. Exner hat sie aus physiologischen Beobachtungen geistvoll erschlossen, man kann aber, wenn man das Nervensystem der Evertebraten durchmustert, leicht anatomische Anordnungen finden, die einmal von einem Reize getroffen, *successive Bewegungen* in völlig geordneter Weise auslösen können.

Das Nervensystem des Regenwurmes, das wir durch die schönen Untersuchungen von Retzius gut kennen, zeigt uns, wie durch eintretende sensible Fasern zunächst ein einzelner motorischer Knoten in Tätigkeit versetzt werden, und wie dann durch Fortsätze großer Assoziationszellen die Reizung sich auf das nächste Ganglion übertragen kann. Außerdem enthält jedes Ganglion noch motorische Zellen, deren Axenzylinder nicht zu den Nerven des betreffenden Metamers zieht, sondern erst in Muskeln endet, die weiter vorn und in solchen, die weiter rückwärts liegen. So vermag ein Eindruck, welcher an irgend einem Teile der Körperoberfläche das Tier trifft, zunächst die Muskeln dieses Teiles, dann aber auch diejenigen von weiter vorn oder weiter hinten liegenden Metameren in Tätigkeit zu bringen. Wenn eine solche sukzessive Bewegung einmal eingetreten ist, dann wird sie noch durch ein anderes Moment unterhalten und reguliert. Es ändern sich nämlich mit der veränderten Stellung der Muskeln und Glieder auch die sensiblen Eindrücke, die sie empfangen. Bleiben wir bei dem einmal gewählten Beispiele vom Regenwurme. Die Muskeln des ersten Metamers ziehen sich bei der Berührung der Tastapparate zusammen, vielleicht auch die des nächsten. Nun aber kommen eben durch diese Kontraktion wieder andere Teile der Haut in Berührung mit der Unterfläche, neue Reize werden in anderen Ganglien ausgelöst, es kann sich die Kontraktion so sukzessiv auf weitere Metamere ausdehnen, kurz es kann ein Reiz, der an einer einzigen Stelle eingreift, passende Koordination der Bewegungen vorausgesetzt, das ganze Tier auf rein reflektorischem Wege zur Bewegung, zum Kriechen, bringen. Ja dies Fortkriechen kann den Eindruck der äußersten Zweckmäßigkeit im Verhältnis zum Reize machen. Aber bei diesem einfachen Vorgang tritt schon ein neues Moment auf, das bisher noch nicht als Eigenschaft des Zentralappa-

rates hier erwähnt wurde, das ist das Aufhören der Bewegung, wenn einmal die Ruhelage des Tieres erreicht ist. Hier muß vom Zentrum aus eine „Hemmung“ eintreten, denn es wäre sonst nicht abzusehen, warum der Wurm nicht weiter bis zur Erschöpfung kriechen sollte, da ja immer neue Teile auch bei der Normallage in Berührung mit der Unterfläche geraten. In der Tat

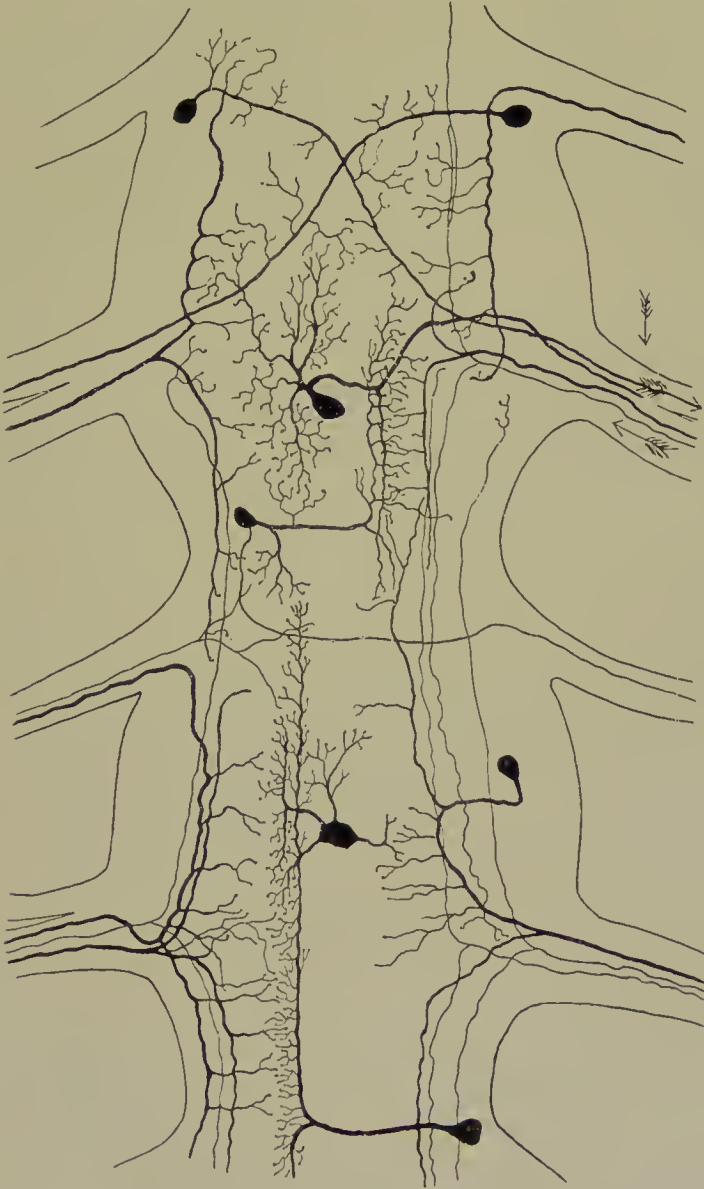


Fig. 23.

Einige Ganglien aus dem Bauchstrange des Regenwurmes, *Lumbricus terrestris*, nach Retzius — zur Demonstration der Grundlagen von successiven Bewegungskombinationen.

ist es als eine Eigenschaft der Nervenknotten überall erkannt, daß sie imstande sind, nicht nur Bewegungen hervorzurufen, sondern auch solche zu hemmen. Der Mechanismus ist noch nicht klar. Zweifellos können solche Hemmungen ganz ebenso wie die Bewegungen sich weithin von dem zuerst irritierten Ganglion auf andere erstrecken.

Als einfachsten Zentralapparat können wir denjenigen ansehen, welcher sich aufbaut aus zuführenden sensiblen und abführenden motorischen Fasern, wobei angenommen wird, daß die Enden des sensiblen Nerven irgendwie direkt oder auch durch Vermittlung einer zweiten Zelle in Beziehung zu der Ursprungszelle des motorischen Nerven treten. Solche einfache Komplexe finden wir weit verbreitet bei den wirbellosen Tieren. Im Körper der Wirbeltiere ist es einmal zur Konzentration der meisten dieser Apparate gekommen, dann aber existieren auch noch zahlreiche Einzelganglien. Die letzteren bezeichnen wir als *viscerales Nervensystem* — *Sympathicus*. Sie sind nicht in sich geschlossene vollkommene Reflexapparate, enthalten vielmehr nur die motorische Seite des Reflexbogens, während die sensible mit den anderen sensiblen Nerven verläuft. Aber der Aufbau dieses *Visceralapparates* ist doch ein so eigenartiger, daß Sie ihm einige Aufmerksamkeit schenken müssen. Er besteht nämlich sehr deutlich aus übereinander gebauten Einzelabteilungen. Aus dem Rückenmark kommt — vergl. Sie Fig. 24 — eine motorische Faser. Sie endet in einem prävertebralen oder auch in einem anderen sympathischen Ganglion und aus den Zellen dieses entspringt eine neue Bahn zum Endapparat in dem Darm etwa. Es kann sich aber noch ein drittes und viertes Ganglion in analoger Weise einschalten, so daß man eine förmliche Kette von Relais vor sich sieht. Weil nun die aus dem Rückenmark austretende Faser nicht immer gerade in das nächste Prävertebralganglion eintritt, vielmehr meist zu caudaler oder frontaler gelegenen Ebenen abbiegt, entsteht vor der Wirbelsäule ein langer aus auf- und abwärts ziehenden marklosen visceralen Fasern gebildeter Strang, der Grenzstrang des *Sympathicus*, den einmal die segmentär angelegten Nerven zur Haut und den Gefäßen und dann die langen Stränge zu den Eingeweiden verlassen.

*Viscerale, rezeptorische Nerven* sind weithin über den ganzen Körper verbreitet. Nicht nur an den Orten, die man gewöhnlich als empfindend bezeichnet, sondern auch in allen anderen Geweben und Organen des Organismus finden sie sich. Ob man die Leber oder die Niere, die Lunge oder die Wand eines Blutgefäßes untersucht, immer findet man da, in früher ungeahnt großer Menge, dünne Nervenästchen aufgezweigt. Die Rezeptionen auf diesem Gebiete der *visceralen Innervation* verlaufen in Ausläufern von Spinalganglienzellen und durch die Spinalganglien zum Centralorgan hin.

Das Aufbauprinzip des konzentrierten somatischen Nervensystemes, desjenigen, welches unsere Haut und Muskeln versieht, ist ein anderes. S. Fig. 24. Aus einer Zelle entspringt die motorische Faser und verläuft direkt in den quergestreiften Muskel. Innerhalb des Nervensystemes wird diese Zelle allerdings von Bahnen aus anderen Neuronen erreicht, so daß auch hier ein Übereinanderbauen nachweisbar bleibt. Nur liegen die Einzelteile im Zentralapparat und nicht zwischen

verschiedenen peripheren Ganglien wie bei dem visceralen System. Die Rezeptionen des Nervensystemes erfolgen immer durch Ausläufer der



Fig. 24.

Schnitt durch einen Selachierembryo, in den das somatische Nervensystem schwarz, das viscerele rot schematisch eingetragen ist. Man beachte den Rückenmarksquerschnitt mit den Zentralstätten für die vier Komponenten eines Spinalnerven. Figur von A. Froiep.

Spinalganglienzellen. In Fig. 24 ist eine solche abgebildet und Sie sehen, wie sie einen Fortsatz als peripheren Nerv zur Haut, einen zweiten

als Wurzel in das Zentralnervensystem hineinschickt. Der letztere teilt sich ganz wie die analoge Faser, die ich vom Regenwurm demonstriert habe, sofort in zwei Äste. Dadurch wird erreicht, daß ein sensibler Eindruck auf mehrere motorische Zellen wirken kann.

Die Ganglienmassen, welche der Innervation des Körpers, der somatischen Innervation dienen, sind also in den Spinalganglien und im Zentralnervensysteme konzentriert. Mit diesem haben wir uns in den folgenden Vorlesungen speziell zu beschäftigen. Hier soll zunächst nur einiges Prinzipielle erwähnt werden.

Untersuchungen der letzten Jahre, die sich der Silber- und Methylenblaumethode bedienen konnten, haben nicht nur einen großen Reichtum an Organnerven entdecken lassen, sondern auch gezeigt, daß wir uns die sensible Innervation der empfindenden Flächen, der Haut z. B. oder der Geschmacksapparate, viel zu arm vorgestellt haben. Es liegen da enorme Plexus von Nervenfasern unter und zwischen den Epithelzellen und diese senden zu jeder einzelnen Zelle Ästchen, oft viele zu einer einzelnen. Jedes Haar ist von einer aus Nerven geflochtenen Krone an seiner Basis umgeben und jede Haarberührung trifft einige Zacken dieser Krone. Jede Sehne, jeder Muskel, jedes Gelenkende ist von dichten sensiblen Nerven erfüllt.

Für welche Leistungen mag eine so reiche rezipierende Innervation angelegt sein? Es gibt, das leuchtet sofort ein, eine sehr große Anzahl von Reflexen, die für die Erhaltung des Individuums dringend notwendig sind, ohne daß sie gerade dem Träger bekannt werden. Die Regulierung der Sekretion, der Blutversorgung in der Haut im Verhältnis zur Gesamtwärmeökonomie des Organismus, die Anpassung an verschiedene Belichtung, die Spannung der Muskeln und Sehnen durch die diesen eigentümlichen Sehnenreflexe, die verschiedene Einstellung solcher Spannung, je nachdem die willkürliche Innervation verschieden eingreift, und vieles andere könnte hier genannt werden. Zu all dem bedarf es außer dem motorischen Teile des Reflexbogens eines rezipierenden Anteils. Ja Exner, dem wir besonders die Hinweise auf die Wichtigkeit dieser kurzen Reflexbogen und ihre Rolle im Organismus verdanken, hat sehr schön erläutert, wie überhaupt zum Zustandekommen wohl jeglicher Bewegung die Intaktheit der sensiblen Innervation erforderlich ist. Der Schluckakt z. B. zerfällt in einen willkürlich auslösbaren Teil und einen reflektorischen. Anästhesiert man durch Kokain den Rachen, so bleibt zwar die Fähigkeit zum ersten erhalten, der Bissen wird aber vom Ösophagus, dem nun keine sensiblen Eindrücke von ihm zugeführt werden können, nicht weiter befördert, es bleibt die Reflexaktion aus. Nun wird erst klar, warum die Schleimhaut der Speiseröhre eine so mächtige sensible Innervation besitzt, warum unter und in ihrem Epithel solche große Plexus von Nervenfasern liegen. Ein anderes, wie mir scheint, gutes Beispiel für die Wichtigkeit rezipierender Regelung rein motorischer Vorgänge bietet die Bewegung unserer Finger. Bekanntlich ist diese recht gestört, die „Finger sind steif“, wenn nur sensible Störungen in der Hand vorhanden sind. Das kann man künstlich erzeugen. Durchkältet man die Hand stark, so wird sie steif, unbeweglich, auch für Aktionen, die durch Muskeln ausgeführt werden, welche am Vorderarme wärmegeschützt liegen. Diese Muskeln können sich offenbar nicht normal kontrahieren, wenn sie von den Sehnen- und Gelenkenden her nicht regulierende Empfindungen erlangen können. Die steifen Finger, die wir von einem Winterspaziergange nach Hause



bringen können, beruhen auf einer Störung der Sensomobilität. Wahrscheinlich gehören viele Bewegungsstörungen der Hysterischen eben hierher.

Eine überreiche rezeptorische Innervation ist also erforderlich, nicht nur für zahllose Reflexvorgänge, sondern auch zur Regulierung vieler, anscheinend nur dem Willen unterworfenen Bewegungen.

Unter „sensibler Innervation“ darf man sich aber nicht nur Vorgänge denken, welche bewußt in die Empfindung treten. Hier werden alle die Vorgänge darunter verstanden, bei welchen von irgendeiner Stelle des Körpers her dem nächsten Ganglion oder dem Zentralapparat Eindrücke zugeführt werden. Ob sie weiter geleitet werden, ob sie von dem Träger wahrgenommen werden, das kommt für die Begriffsbestimmung nicht in Betracht. Rezipieren und Wahrnehmen ist nicht das gleiche.

Die sensible Kontrolle, deren einzelne anscheinend gleichartige Bewegungen bedürfen, ist nicht überall die gleiche. Namentlich kommen, wie es scheint, bei den höheren Tieren viel mehr regulierende Momente in Betracht als bei den niederen. Aber auch die Säuger können gelegentlich durch Einübung usw. auf die eine oder andere Art der Kontrolle verzichten lernen, können auskommen, mit dem, was auf tieferen Stadien der Entwicklung allein reguliert. Sehr gut wird die Wichtigkeit der einzelnen Arten solcher sensiblen Regulierung von noch ganz elementaren motorischen Vorrichtungen illustriert durch einen geistvollen Versuch, den J. Richard Ewald angestellt hat. Nimmt man einem Hunde beiderseits die Labyrinth weg, so erleidet der Gesamtmuskeltonus und damit das Vermögen, das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, zunächst eine so enorme Störung, daß Gehen und Stehen ganz unmöglich wird. Aber das gleicht sich nach einiger Zeit wieder aus, die Bahnen für den Tastsinn usw. ersetzen zunächst mehr und mehr das Fehlende. Trägt man nun beiderseits dem gleichen Tiere die motorischen Rindfelder für die Beine ab, so erscheinen jene schweren motorischen Störungen erneut, das Tier ist unfähig zu geordneten, ja zunächst überhaupt zu irgendwelchen ordentlichen Bewegungen. Auch hier tritt langsam ein Ausgleich ein. Aber der Hund ist jetzt in trauriger Lage, denn er ist für die Kontrolle seiner Bewegungen ganz allein auf seine Augen angewiesen. Hilflos stürzt er zusammen, wenn man das Zimmer verdunkelt oder ihm die Augen verbindet.

Niedere Vertebraten — Frösche z. B. — können den Defekt, welcher durch Labyrinthentfernung entsteht, nicht decken, weil bei ihnen die Möglichkeit, von der Hirnrinde aus mit anderen Formen des Gefühles ausgleichend zu arbeiten ganz gering ist. Die bleiben nach Entfernung des Labyrinthes dauernd unfähig zum Springen.

Der nervöse Zentralapparat selbst, der alle diese rezeptorischen Bahnen aufnimmt, der alle motorischen aussendet, enthält natürlich die mannigfachsten das Spiel seiner Teile regulierenden Apparate. Prinzipiell wichtig ist, daß hier die Neuronen so geschichtet sind, daß oft von sehr weit abgelegenen Stellen andere direkt oder durch Einschalten mehrerer Unterneuronen erreicht werden. Man hat das so nachgewiesen, daß man frontal liegende Teile abtrug oder durchschneidet und untersuchte, wie weit jedesmal rückwärts die Entartung reichte. An den Endpunkten wurden neue Verletzungen gesetzt und so allmählich das Ganze experimentell degenerativ geprüft.

Es umfaßt dies konzentrierte Nervensystem bei den Vertebraten immer einen länglichen Strang, die Medulla spinalis, in

welchen von außen her die sensiblen Nerven einmünden, während aus Zellen, die in Marke selbst liegen, die motorischen Nerven entspringen. Wo viele Nerven eintreten oder entspringen, ist der Zentralapparat dicker, ebenso da, wo auf engem Raume besonders mächtige Nerven abgehen. Namentlich im Kopfteil des Tieres ist das der Fall. Alle Kranioten besitzen deshalb da eine besondere Anschwellung, die *Medulla oblongata*. Ihr entstammen die Nerven für die Kiemenbogen- resp. für das Gebiet, welches aus jenen ableitbar ist.

Eine weitere Vergrößerung liegt weiter vorn, wo die bei fast allen Tieren mächtigen Sehnerven eintreten (Mittelhirndach) und schließlich findet man regelmäßig ganz vorn am Ende des Zentralnervensystemes eine meist mächtige Auftreibung, die Stätte, wo zunächst der Riechnerv sein Ende findet.

Im Rückenmark sowohl als weiter oben, bestehen aber noch Verbindungen einzelner Höhen untereinander. Dadurch kommen neue Vergrößerungen des Zentralapparates zustande. Schließlich gesellen sich zu dem ganzen bisher geschilderten Abschnitte immer noch andere Teile, welche nicht in direkter Beziehung zu den eintretenden Nerven stehen, wohl aber für einzelne Funktionen der Tiere ungemein wichtig werden können. So findet man zunächst dorsal vom verlängerten Marke bei allen Kranioten mehr oder weniger stark entwickelt das Kleinhirn, dann liegt ventral von der Endstätte des Optikus, und auch vor ihr, noch ein mächtiger Apparat, die Mittelhirnbasis und die Mittelhirnganglien, welcher Bahnen aufnimmt, die von caudal her und von vorn her kommen und auch ebensolche aussendet. Schließlich entwickelt sich immer vor dem Zwischenhirn und dorsal von der Endstätte des Riechnerven das *Corpus striatum*. Diesem ganzen, allen Wirbeltieren zukommenden Komplex, dem **Palaeencephalon**, gesellt sich als Ausstülpung der Vorderhirndecke schon früh das **Neencephalon**, Großhirn.

Bekanntlich reicht die Existenz des Rückenmarkes ganz allein aus, niedere Tiere zu relativ komplizierten Leistungen zu befähigen. Man kann anatomisch und auch durch das Experiment verfolgen, wie sich an Wertigkeit verschieden und mannigfach wechselnde Stufen der Ausbildung erreichend, die verschiedenen Hirnteile in der Tierreihe zum Rückenmarke addieren, die Leistungsfähigkeit des Organismus so wesentlich steigend.

Die vergleichend anatomische Betrachtung läßt am schnellsten eine Übersicht über die Gesamteinteilung des Zentralnervensystems gewinnen. Ich demonstriere Ihnen deshalb hier die einzelnen Teile des Palaeencephalons an dem Gehirn eines Schellfisches. Sie sind beim Menschen in Form und Größe etwas verschieden, dem Prinzip nach aber gleichartig gebaut:

Über dem verlängerten Marke liegt das Kleinhirn, ein wahrscheinlich dem Muskeltonus und der Statik dienender Apparat, der nur bei wenigen im Schlamm lebenden Tieren fehlt oder minimal ist, während er bei den

Schwimmern sich zu beträchtlicher Größe entwickelt. Unter dem Mittelhirndache erkennt man das bei den Fischen immer etwas versteckt liegende Zwischenhirn und vor diesem das große Corpus striatum des Vorderhirnes, einen allen Vertebraten gemeinsamen Besitz. An seiner Basis liegt der Riechlappen, in welchen die aus der Nase kommenden Fila olfactoria münden. Dieses Palaeencephalon, das man als Primärmechanismus des Gehirnes ansehen mag, kann in einzelnen Teilen, bei einzelnen Arten, ganz besonders hohe Komplikationen erfahren, die bei anderen wieder fehlen, trotzdem es im ganzen überall dem gleichen Bauplane folgt. Die Hirnnervenkerne der Fische sind z. B. viel komplizierter als die des Menschen, aber es macht keine zu große Schwierigkeit, zu erkennen, daß es sich nur um Ausbildungen und Rückbildungen an sich identischer Teile handelt.

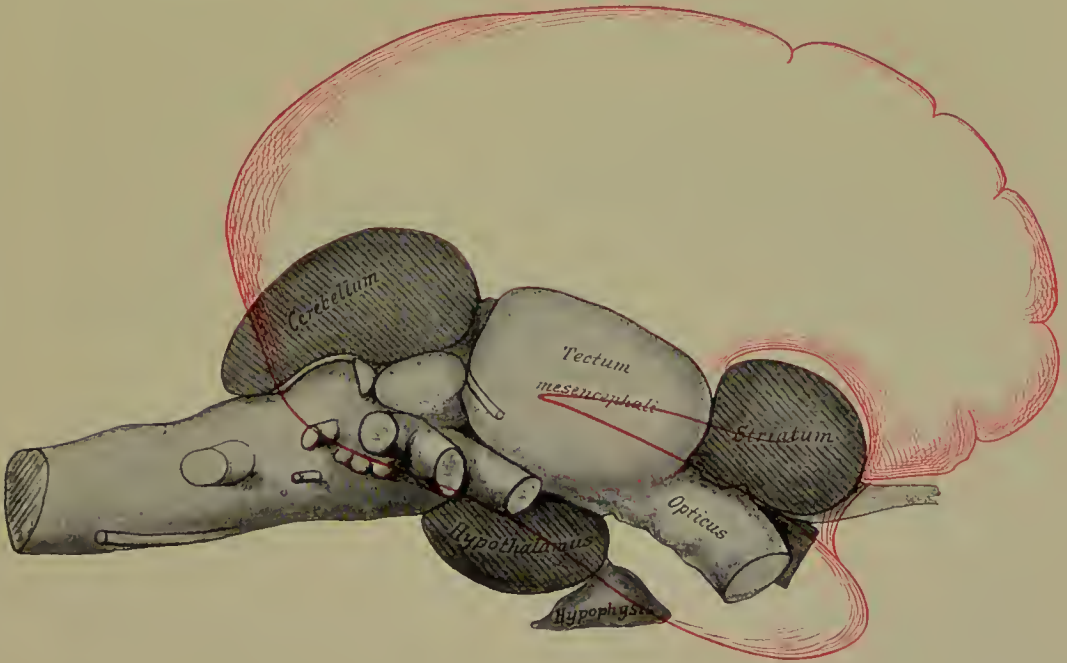


Fig. 25.

Gehirn des Schellfisches, *Gadus aeglefinus*. Nur ein Palaeencephalon vorhanden. Rot das Neencephalon eines Säugergehirnes übergezeichnet. Die helleren Partien sind die Ursprungs- und Endstätten der Nerven; die als Tectum mesencephali bezeichnete Masse z. B. ist die Endstätte der Sehnerven aus den Retinazellen. Dahinter liegt die Oblongata, ebenfalls eine dicke Masse, weil die starken Nerven aus der Kopf- und Rumpfhaut, welche bei den Fischen dort Sinnesorgane versorgen, hier eindringen, dann folgt das etwas dünnere Rückenmark, aus dem alle motorischen und die Mehrzahl der sensiblen Rumpfnerven stammen.

Zu diesem altererbten Primärapparat gesellt sich von den Selachiern an, sicherer erst von den Amphibien, das Neencephalon. In die Zeichnung des Schellfischgehirnes habe ich es mit einer roten Linie eingetragen, damit sie mit einem Blicke übersehen, was zu einem niederen Vertebratengehirn hinzutreten muß, damit es die Arbeitsfähigkeit des Säugergehirnes erreicht. Das Neencephalon ist der Träger der Hirnrinde. Von einer dünnen Platte aus entwickelt es sich innerhalb der Tierreihe an Masse zunehmend allmählich zu einem mächtigen, vielfaltigen Apparate, aus dem zahlreiche Nervenbahnen hinab zu anderen Hirnteilen gelangen, innerhalb dessen zahllose Verbindungen der ein-

zelen Oberflächenteile einherziehen. Die ganze Masse lagert sich dorsal vom Primärapparate ihn überdachend. Es bietet ein ungewöhnliches großes Interesse, ihre Entwicklung innerhalb der Tierreihe zu verfolgen, weil sie der Träger all der Funktionen ist, welche man als die höheren geistigen Leistungen bezeichnet.

## Vierte Vorlesung.

### Übersicht über das Gehirn des Menschen.

Meine Herren. Aus rein praktischen Gründen interessiert Sie vor allem das Gehirn des Menschen. Es läßt sich in seiner Phylogenie heute schon recht gut aus dem Tiergehirne ableiten wie ich in der letzten Vorlesung kurz andeutete, seine Formen aber werden besser verstanden, wenn wir zunächst seiner Ontogenie einige Aufmerksamkeit schenken.

Daß die ganze Anlage des Nervensystems aus dem äußeren Keimblatte geliefert wird, daß diese Anlage von einem Streifen, der bald zur Rinne sich einsenkt, gebildet wird, das wissen Sie aus einer früheren Vorlesung. Schon sehr früh schließt sich die Medullarrinne zum Medullarrohre. Aber noch ehe dieser Schluß vollendet ist, erkennt man bei allen Wirbeltieren an der Stelle, wo das Gehirn sich entwickelt, drei bläschenförmige Ausbuchtungen: das Vorderhirn (Proencephalon), das Mittelhirn (Mesencephalon) und das Hinterhirn (Rhombencephalon). Die Wand, welche vorn frontal das Vorderhirn abschließt, wird embryonale Schlußplatte, *Lamina terminalis*, genannt, weil hier der Schluß der ursprünglich flächenförmig ausgebreiteten Hirnanlage in einer Naht erfolgt ist.

Eine kleinere Ausstülpung, welche bei den niederen Vertebraten dauernd, bei den Embryonen der höheren Vertebraten vorübergehend in der Schlußplatte nachweisbar ist, zeigt nach His den frontalsten, zuletzt geschlossenen Teil der Hirnhöhle an — *Recessus neuroporicus*.

Beiderseits von der *Lamina* stülpen sich schon sehr früh die Hemisphären des Telencephalon aus. Von da an nennt man den caudalen Abschnitt des nun zweigeteilten Proencephalon *Diencephalon*. Das Alles ist auf Figur 26 gut zu sehen.

In die Basis der Hemisphären münden die Riechnervenfasern. Hier entsteht der *Lobus olfactorius*. Er wie das dicht neben ihm liegende *Corpus striatum* sind uralter Besitz des Tieres, Teile des Palaeencephalon. Durch eine Furche, die *Fovea limbica*, an der Außenseite des Gehirnes von ihnen geschieden, entwickelt sich sehr schnell zu enormer Größe die Blase des Neencephalon. Neencephalon und Frontalabschnitt des Palaeencephalon zusammen bilden die Hemisphären.

Anfangs sind es nur kleine unscheinbare Gebilde, aber bald wachsen sie als Großhirn enorm aus, krümmen sich nach rückwärts und überdecken so allmählich die meisten anderen Blasen. Sie sitzen schießlich einer Kappe gleich über dem Zwischenhirn (*Thalamus*), dem Mittelhirn (*Corpora quadrigemina*) und dem Hinterhirn (*Cerebellum* und *Pons*).

Der unpaare Hohlraum des ursprünglichen Medullarrohres heißt ein Körperabschnitt: Zentralkanal des Rückenmarkes, in dem verlängerten Marke, wo er sich bedeutend erweitert: *Ventriculus quartus*, unter dem Mittelhirn, hier bildet er nur einen engen Kanal: *Aquaeductus Sylvii*. Weiter vorn im Diencephalon wird er *Ventriculus medius*. Es ist hier ein langer tiefer Spalt, der, wie auf Figur 27 sofort erkennbar ist,

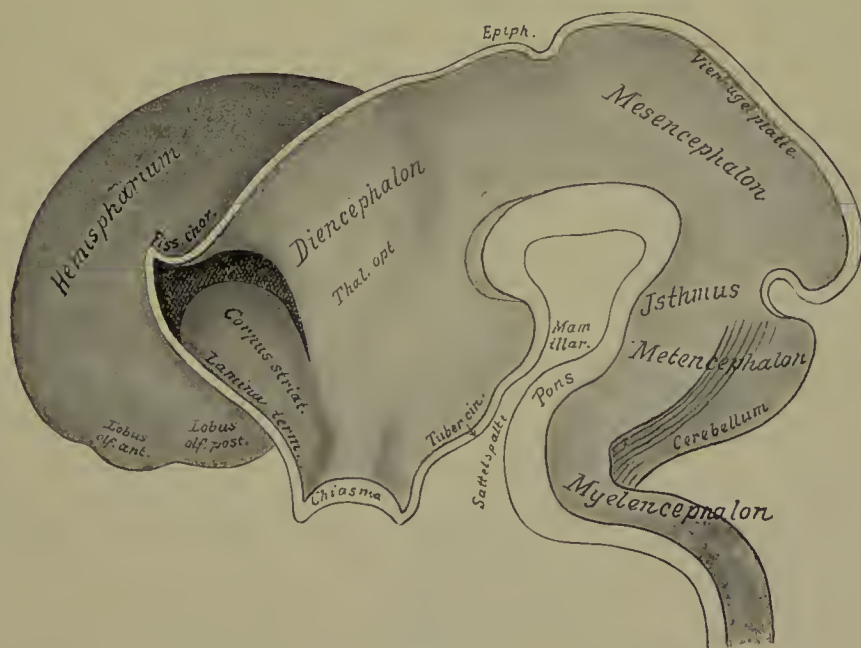


Fig. 26.

Medianschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Embryo aus der 5. Woche, nach His.  
Mittelventrikel und Eingang in die Seitenventrikel der Hemisphäre.

beiderseits sich in die Hemisphärenventrikel erweitert. Diese letzteren heißen *Ventriculi laterales*, und der Eingang in sie wird als *Foramen Monroi* bezeichnet. Es ist schade, daß diese alten, aus einer Zeit, wo man die Entwicklung nicht kannte, stammenden Namen beibehalten worden sind. Es genügt, wenn Sie Ihrem Gedächtnisse einprägen, daß überall ein einheitlicher Ventrikel besteht, und daß dieser, weil jederseits eine Hemisphäre sich ausstülpt, vorn in zwei Ventrikel übergeht.

Das Dach des Zwischenhirns bleibt zeitlebens fast in seiner ganzen Länge eine einfache Epithelschicht. Da, wo es in das Hemisphärenhirn übergeht, wachsen aus der Schädelhöhle reichliche Gefäße herunter, welche diese Epithelplatte vor sich hertreiben. Der so in die Hirnhöhle hineinragende epithelbedeckte Gefäßzapfen heißt *Plexus*

chorioideus. Da die Hemisphären aus dem Zwischenhirn herausgewachsen sind, so muß ihr medialer Rand in jenen Plexus übergehen. Auf dem Fig. 27 abgebildeten Schema ist die zur Epithellinie verdünnte Medialwand sichtbar. Der Plexus chorioideus sendet in die Seitenventrikel Ausläufer, Plexus chorioidei laterales.

Wenn die wichtigsten Teile des menschlichen Vorderhirnes sich einmal gesondert haben, dann hat es die in Fig. 28 u. 29 wiedergegebene Gestalt. Es ist nach hinten ausgewachsen, und auch nach unten hat

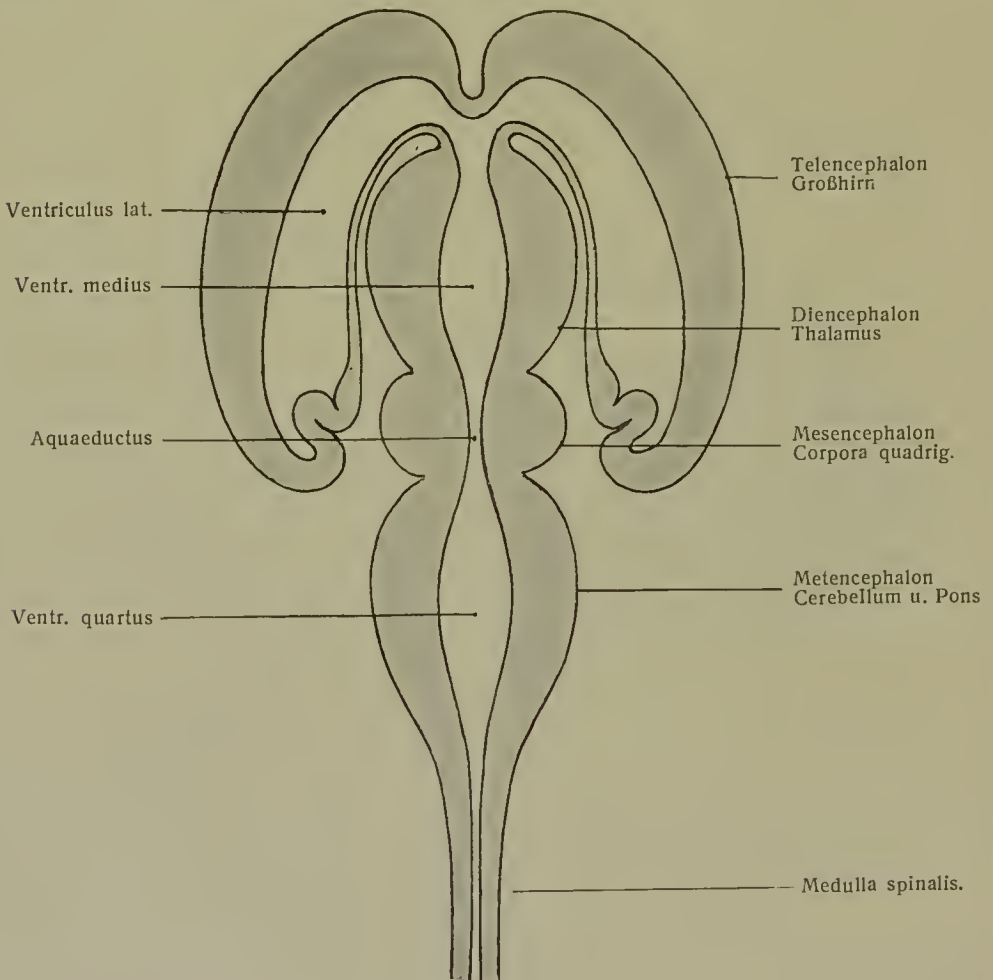


Fig. 27.

Die Hirnblasen von oben her eröffnet. Schema.

es sich gekrümmt. Da, wo innen in den hohlen Raum der Hemisphären das Corpus striatum hineinragt, hat sich die Außenwand nicht so ausgedehnt, wie an den anderen Vorderhirnteilen. So ist im Verhältnis zur Umgebung dort eine Vertiefung zurückgeblieben, die Fovea Sylvii. Leicht kann nun an den Hemisphären auch schon ein vorderer oder Frontallappen, ein hinterer oder Occipitallappen, zwischen beiden ein Parietallappen unterschieden werden. Der ventral von der Fovea Sylvii liegende Teil der Hemisphärenwand

heißt Temporallappen. Durch dieses Ausbilden der Hemisphärenlappen kommt es natürlich auch zu Vergrößerungen ihres Hohlraumes. Man bezeichnet den Ventrikelteil, welcher im Stirnlappen liegt, als Vorderhorn, den im Hinterhauptlappen als Hinterhorn und den im Schläfenlappen als Unterhorn.

Nur im Frontalabschnitt ist der Ventrikel überall von nervöser Substanz umschlossen, in den caudalen  $\frac{2}{3}$  der Hemisphäre ist die Hirnwand medial zu einer sehr feinen Membran verdünnt. Da, wo die Verdünnung aufhört und der massivere Wandabschnitt der Hemisphäre beginnt, ist eine eigenartige Anordnung vorhanden. Durch eine Furche, die Ammonsfurche, wird, wie Fig. 27 gut zeigt, die Hirnwand zum Ammonshorn aufgerollt. Das diesem entstammende Nervenbündel bleibt natürlich unter dem dünnen Epithelüberzuge gut sichtbar. Als langer weißer Faserzug — Fornix heißt er — sehen sie es in der Fig. 29 aus dem Medialabschnitte des Schläfenlappens dem ganzen

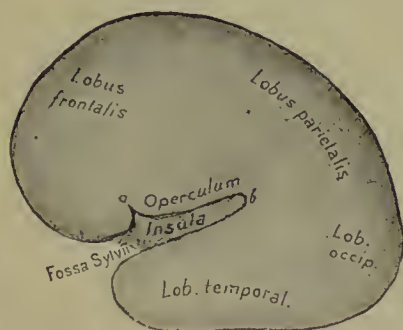


Fig. 28.

Das Gehirn einer menschlichen Frucht aus dem vierten Schwangerschaftsmonate.

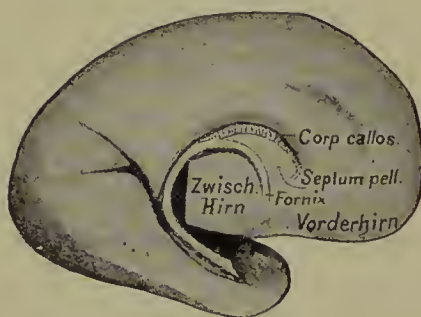


Fig. 29.

Innenansicht der auf Fig. 29 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weißen Markstreif des Fornix verdickt ist.

Hemisphärenrande entlang bis in die Basis des Zwischenhirnes ziehen. Auf der Figur 29 ist außer dem Fornix noch etwas Interessantes zusehen. Dicht über dem Fornix sind von einer Großhirnblase in die andere Fasern gewachsen; Corpus callosum heißen sie. Die ventral von ihnen liegende Hirnwand verdickt sich nicht mehr weiter, sie bleibt dünn und heißt später Septum pellucidum. Der Teil des Interhemisphärenspaltes, welcher von diesem Septum rechts und links begrenzt wird, heißt *Ventriculus septi*. Er ist natürlich gar kein richtiger Ventrikel.

So entwickeln sich also die Vorderhirnteile. Wir wollen nun zusehen, ob Sie etwas orientiert durch die Entwicklungsgeschichte, die morphologischen Verhältnisse leichter verstehen, welche das Organ des erwachsenen Menschen bietet.

Ein frisches Gehirn wird auf seine Basis gelegt. Den großen Hirnspalt, welcher die Hemisphären trennt, und die Fovea Sylvii, welche

mit der Ausbildung des Schläfenlappens entstand, werden Sie leicht auffinden. Wir sehen, daß die Oberfläche überall tief eingefurcht ist. Man kennt die allgemeinen Regeln dieser Furchung, aber heute wollen wir uns noch nicht mit ihnen beschäftigen. Wir wollen zunächst nur die Gefäße aus der Sylvischen Grube sorgsam herauspräparieren, so daß diese leicht auseinander zu ziehen ist. Dann erscheint in ihrer Tiefe die Insula Reilii und wir überblicken auf einmal die ganze Ausdehnung der Hemisphärenblase, ihr Auswachsen frontal- und caudalwärts zu dem Stirn- und Hinterhauptlappen und ihre Krümmung um eine in der Insel gelegene feste Stelle, wodurch es zum Schläfenlappen kommt.

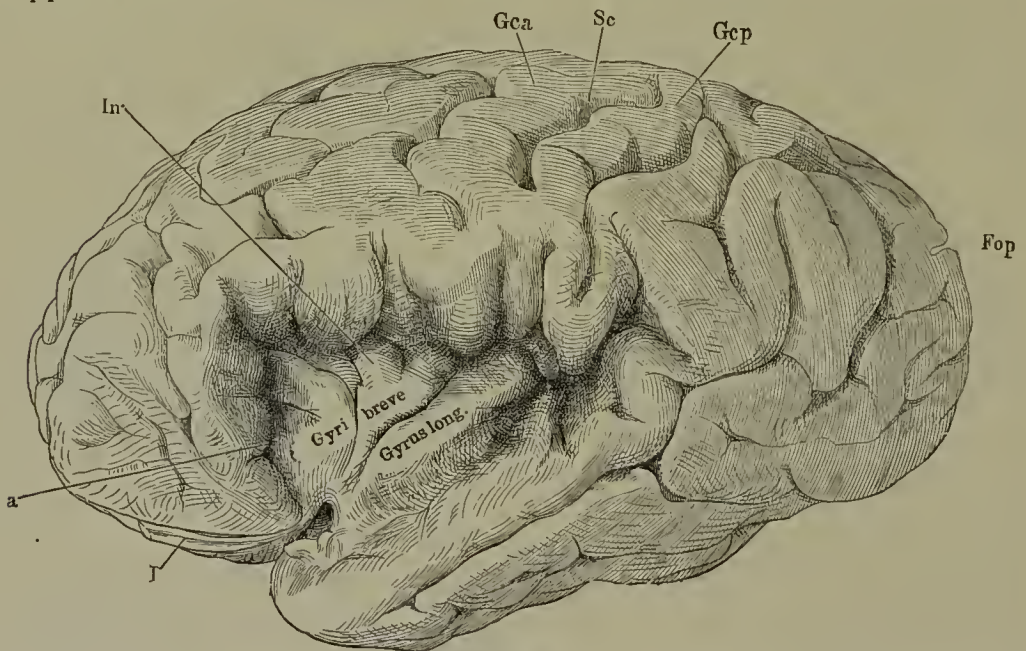


Fig. 30.

Eine Hemisphäre von der Seite gesehen. Die Sylvische Grube breit auseinandergezogen. In ihrer Tiefe die Gyri der Insel.

Da das Vorderhirn die meisten anderen Hirnteile überwachsen hat (s. Fig. 29), so könnte man sich diese letzteren von hinten her ansichtig machen, wenn man die Hemisphären aufhobe, von ihnen abdeckte; auch dadurch könnte es geschehen, daß man die letzteren abtrüge, zum Teil entfernte. Dieser letztere Modus bietet den Vorteil, daß wir auch die Seitenventrikel und das Corpus striatum besser zu Gesicht bekommen. — Gehen wir deshalb ihm folgend vor!

Das horizontal gelegte Messer durchzieht immer beide Hemisphären gleichzeitig und trägt von ihnen 2—3 mm dicke Platten ab. Die erste und die zweite dieser Platten enthalten sehr viel graue Rinde und relativ wenig von ihr umschlossene weiße Substanz, aber schon in der dritten Platte hat man beiderseits ein großes, weißes Markfeld mitten in der Hemisphäre bloßgelegt, das Centrum semiovale. In ihm



verlaufen alle Faserzüge, welche von der Rinde nach abwärts ziehen, und ein Teil der Fasern, welche verschiedene Rindengebiete untereinander verbinden. Schon erblickt man jetzt in der Tiefe des großen Hirnspaltes die mächtigen, rechte und linke Hemisphären verbindenden Fasern des Balkens (*Corpus callosum*). Der Balken wird nun durchtrennt und, nachdem auch in beiden Seitenhälften, was noch von weißer Substanz über den Ventrikeln stehen geblieben ist, entfernt wurde, vorn und hinten durchgeschnitten. Dabei zeigt sich, daß er mit seiner Unterfläche an dünnen weißen Faserzügen festklebt, welche, die Ventrikelhöhle überspannend, vorn und hinten in die Tiefe der Ventrikel hinabziehen. Sie gehören dem Fornix an, und zwischen beiden Fornixschenkeln liegt, wie Sie es nach dem bereits mitgeteilten erwarten durften, der Plexus chorioides.

Die Fornixschenkel entwickeln sich als *Crura fornicis* beiderseits aus dem medialen Rande des Unterhorns (Fig. 32 hinten), treten dann konvergierend über den hinteren Teil des Thalamus und vereinigen sich über dem Ventrikel zu einem breiten Zuge (*Corpus fornicis*). In dem Winkel, wo sie zusammenstoßen, ziehen eine Anzahl Querfasern dahin, diesen zu einem Dreiecke aus-

füllend. Das Dreieck gleicht einer Lyra und heißt *Psalterium*, dem König David zu Ehren! Es liegt unter dem kaudalen Balkenende und ist mit diesem meist verklebt. Gelegentlich kommt es vor, daß der Balken doch etwas entfernt von ihm bleibt; dann erkennt man zwischen Fornix und Balken einen kleinen Hohlraum (*Ventriculus Verga*). Im vorderen Teile des Gehirns aber tritt der Balken ganz regelmäßig vom Hemisphärenrande zurück, und es bleibt zwischen ihm und dem Ventrikel ein Stück der sagittalen Hemisphäreninnenwand zurück. Dieses unter (auf unserem Horizontalschnitte hinter) dem Balken liegende Stück der

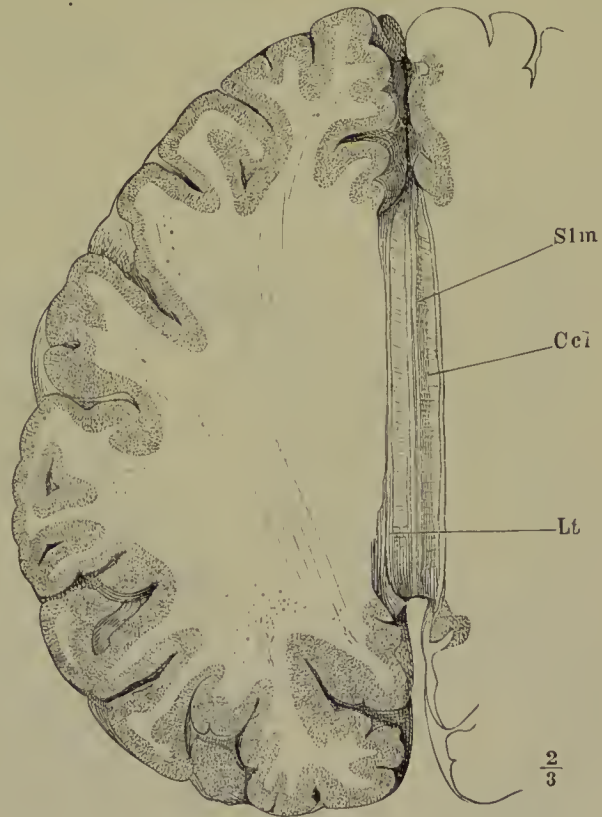


Fig. 31.

Vorderhirn von oben. Die Hemisphären auf das Niveau des Balkens (*Ccl* *Corpus callosum* = Balken) abgetragen. Der weiße Raum zwischen *Ccl* und Rinde ist das *Centrum semiovale*. *S1m* *Striae longitudinales mediales*. *Lt* *Striae laterales* = *Striae longit. Lancisi*. Nach Henle.

medialen Hemisphärenwand ist das Septum pellucidum. Der zwischen dem rechten und linken Septum bleibende Teil des Hemisphärenspaltes wird Ventriculus septi pellucidi genannt.

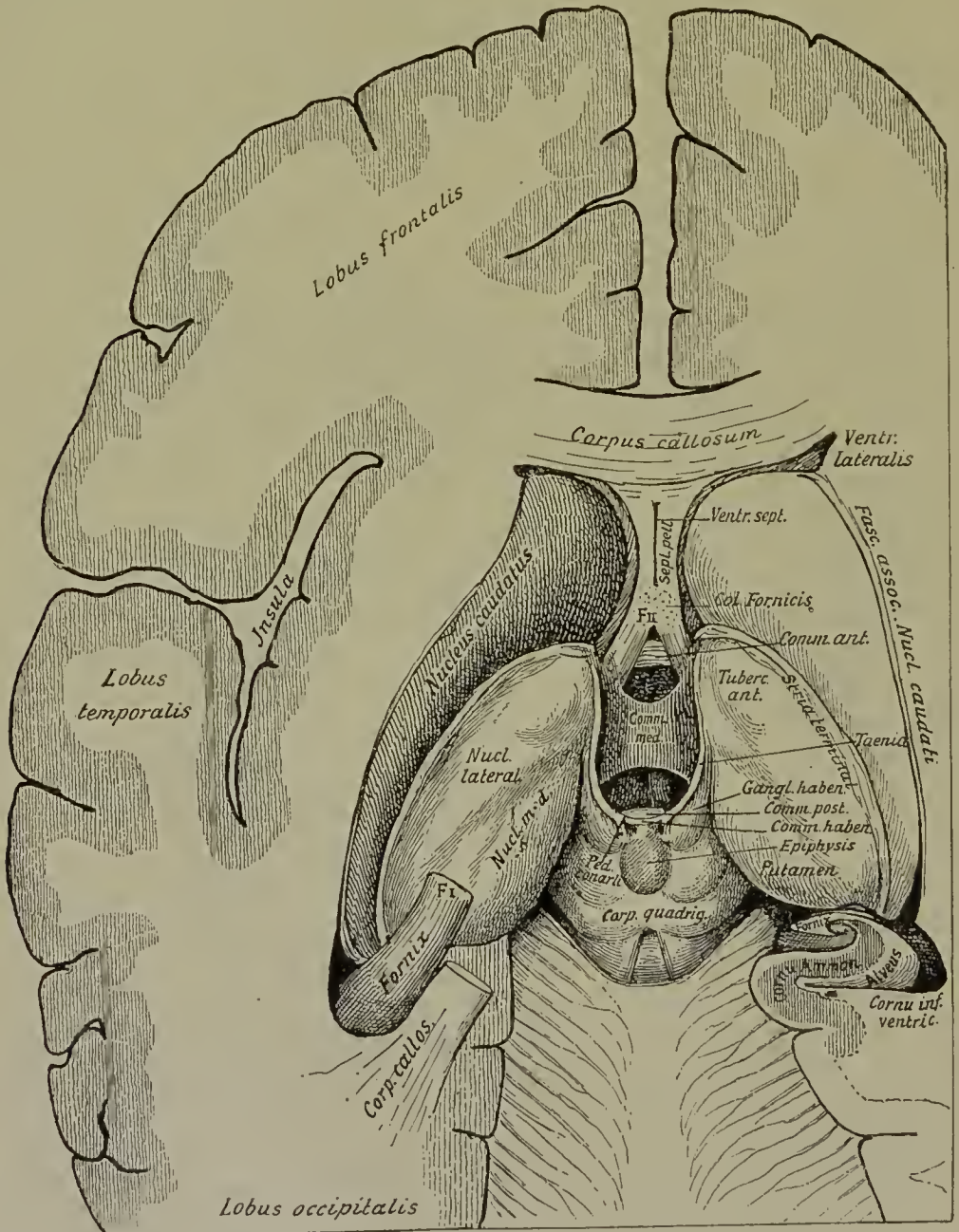


Fig. 32.

Das Gehirn von oben her durch einen Horizontalschnitt geöffnet. Die beiden Hemisphären etwas durch Zug von einander entfernt.

Der Fornix spaltet sich am vorderen Ende des Corpus wieder in zwei Züge, Columnae fornicis, die als kaudale Verdickung jedes Blattes des Septum pellucidum vor dem Thalamus in die Tiefe ziehen

und in dem Grau des Zwischenhirnes an der Hirnbasis ein vorläufiges Ende erreichen. In Fig. 32 ist das Corpus fornicis mit dem Balken weggenommen und nur der frontale und kaudale Abschnitt des Gewölbes sichtbar geblieben.

Wenn Sie die Punkte  $F'$  und  $F''$  der Figur durch einen sanft über dem Thalamus wegziehenden Bogen verbinden, so haben sie den Verlauf des Fornix wiederhergestellt. An dem medianen Längsschnitte durch ein embryonales Gehirn der Figur 29 haben Sie sich leicht den Verlauf des Fornix klar machen können. Sie erkennen da, daß er, aus der Spitze des Schläfenlappens entspringt, im Bogen das Zwischenhirn überspannt und sich vor diesem zur Zwischenhirnbasis herabsenkt.

Nachdem der Fornix und der an ihm hängende Plexus chorioides durchtrennt und abgeschnitten sind, blickt man in die geöffneten Ventrikel. Der medialst liegende, unpaare ist der Hohlraum des primären Vorderhirns, Ventriculus medius, auch tertius genannt. An seinem frontalen Ende steigt aus der Tiefe der Fornix auf. Jederseits von Fornix liegt dann die Fortsetzung des Ventriculus medius in die Ventriculi laterales (Foramen Monroi). Der Teil dieses Ventrikels, welcher im Stirnlappen liegt, heißt Vorderhorn, der im Occipitalappen Hinterhorn, der Hohlraum des Schläfenlappens wird Unterhorn genannt. Sie können leicht den Finger in jedes dieser Hörner einführen.

So lange das Gehirn im Schädel liegt, existieren die Ventrikel normalerweise kaum. Namentlich im Unterhorn und Hinterhorn liegen die Wände so dicht aneinander wie etwa in dem Ösophagus oder der Vagina, wo auch kein größeres Lumen da ist.

Die basalen Gebiete beider Hemisphären sind durch die Commissura anterior untereinander verbunden. Ihr markweißes Faserbündel sehen Sie vor den Fornixschenkeln dahinziehen.

Aus dem Boden des Seitenventrikels erhebt sich der Nucleus caudatus: Das dicke Vorderende nennt man Caput, das ausgezogene dünnere Hinterende Cauda nuclei caudati.

Medial vom Nucleus caudatus liegt das Zwischenhirn. Eine Vene begleitet von einem weißen Faserzug, der Stria terminalis, grenzt das Vorderhirn von den unter dem Namen Thalamus vereinigten Ganglien des Zwischenhirnes ab. Hinter diesen zeigt sich noch das Mittelhirndach, die Corpora quadrigemina und dann noch ein Stück vom Nachhirndache, das Cerebellum. Den vorderen Vierhügeln liegt die Zirbel, Epiphysis auf.

In unserem Präparate ist der Hohlraum zwischen beiden Thalamis, der mittlere Ventrikel, weiter aus einander gezogen als den normalen Verhältnissen entspricht. Sie erblicken dadurch ein graues ihn überquerendes Blatt, die Commissura media und sehen auch deutlich, daß an der Grenze von Vorderhirn und Zwischenhirn nicht nur die Fornixschenkel in die Tiefe treten, sondern daß da auch neben der

Stria terminalis noch ein weißes Band aus der Tiefe taucht, das am medialen Thalamusrande entlang zum Ganglion habenulae zieht. Das Bündel heißt Taenia thalami und bildet einen Zuzug aus dem Riechapparate an der Hirnbasis zum Zwischenhirne. Ein Teil der Taenia zieht, noch andere Fasern aufnehmend, weiter bis hinter das Ganglion habenulae und begibt sich direkt vor der Zirbel auf die andere Seite. Dies Stück von dem Ganglion bis zur Zirbel heißt Pedunculus conarii, weil an ihm die Zirbel aufzusitzen scheint. Die direkt vor der Epiphyse liegende Kreuzung der Bündel wird als Commissura habenularum bezeichnet. Diese Kreuzung liegt direkt dorsal und frontal von der Commissura posterior, von der sie meist gar nicht getrennt wurde.

An der Oberfläche des Thalamus kann man bald mehr, bald weniger deutlich einzelne Einbuchtungen erkennen, welche Höcker der Oberfläche von einander scheiden. Diese Höcker entsprechen den Thalamuskernen. Immer nachweisbar ist vorn das Tuberculum anterius, die gewölbte Oberfläche des Nucleus anterior thalami. Auch die Scheidung zwischen einem medialen und einem lateralen Thalamuskern ist zuweilen ausgesprochen. Medial ist der ganze Thalamus bedeckt vom zentralen Höhlengrau, das auf eine kurze Strecke sich mit dem Grau der anderen Seite zur Commissura mollis vereint.

Die graue Masse des Thalamus ist von weißen Fasern (Stratum zonale), welche zum Teile aus dem Nervus opticus stammen, überzogen. Einen Hauptendigungspunkt dieses Nerven bildet eine Anschwellung am hinteren Teile des Thalamus, das Pulvinar. In diesem Ganglion und in einem Höcker, der auf seiner Unterseite liegt, dem Corpus geniculatum laterale, verschwindet der größte Teil des Nervus opticus.

Hinter der Zirbel beginnt das Mittelhirndach; als dessen vordersten Teil wir die Commissura posterior ansehen, deren Schenkel durch das Mittelhirn kaudalwärts ziehen. Die hinter dieser Kommissur sichtbar werdenden Vierhügel werden wir später noch genauer kennen lernen.

Das Mittelhirndach mit seinen vier Höckern und die Seitenteile des Mittelhirnes werden, wie manches andere, klarer, wenn wir zwei weitere Verstümmelungen unseres Präparates vornehmen.

Da, wo hinten in Fig. 32, „Fornix“ steht, schneiden wir mit einem kühnen Schnitte jederseits den Occipitallappen weg, das Kleinhirn, Cerebellum, das schon vorher zwischen den Hemisphären sichtbar war, liegt nun ganz frei.

Ein vorläufiges Umdrehen des Präparates belehrt Sie, daß ventral von dem Cerebellum aus dem Großhirne die mächtigen Hirnschenkel herauskommen, daß sie von dicken Fasermassen, der Brücke, Pons Varoli, überquert werden und daß kaudal von dieser

Brücke von der ganzen Faserung nur noch ein mäßig dicker Konus, das verlängerte Mark, übrig ist. Er geht allmählich in das Rückenmark über. Wollen wir uns die dorsale Ansicht der Brückengegend und der Oblongata zu Gesicht bringen, so müssen wir das Kleinhirn von ihr abtrennen. Zunächst werden die beiden Schenkel des in Fig. 32 hinter den Corpora quadrigemina sichtbaren Dreiecks durchtrennt. Es erweist sich, daß sie rückwärts in das Kleinhirn eintreten, dessen „vordere Arme“ sie darstellen. Diese vorderen Arme des Kleinhirns heißen gewöhnlich die Bindearme. Dann gilt es, dicht hinter der Bindearmtrennung jederseits die dicken

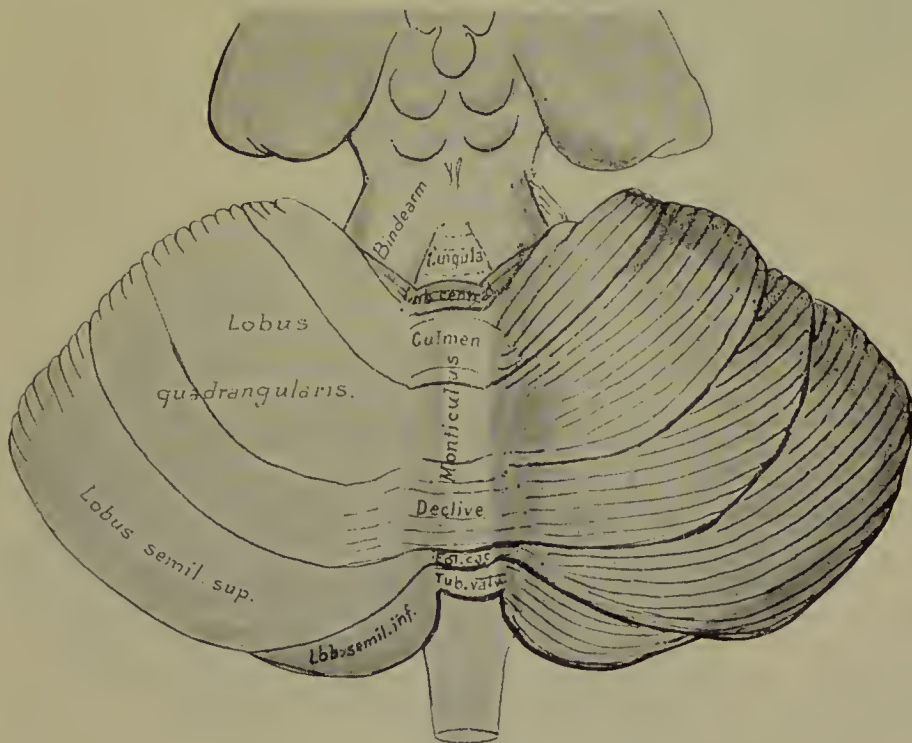


Fig. 33.

Kleinhirn und Rückenmark von oben gesehen.

Faserungen aus der Brücke, die Brückenschenkel oder mittleren Kleinhirnarne zu durchtrennen. Das Cerebellum kann nun etwas gelüftet werden, aber noch hängt es fest zusammen mit einer Faser- masse, die ihm beiderseits aus dem Rückenmarke und der Oblongata zufließt, mit den hinteren Armen, dem Corpus restiforme. Sind auch diese abgetrennt, dann ist der zentrale Hohlraum des Gehirnes, welcher uns unter der Epiphyse in Fig. 32 dadurch unsichtbar geworden war, daß die Vierhügel ihn von oben her abschlossen, wieder eröffnet. Er ist an der frontalen Abtrennungsstelle unter den Bindearmen noch enge, aber er erweitert sich schnell zu einer rauten- artigen Grube, der Fovea rhomboidalis oder dem Ventriculus

quartus. Der Boden dieser Grube ist grau, aber mannigfache weiße Linien überziehen ihn oder scheinen durch das Grau hindurch, mannigfache Höckerchen machen die Oberfläche uneben. Sie alle entstehen

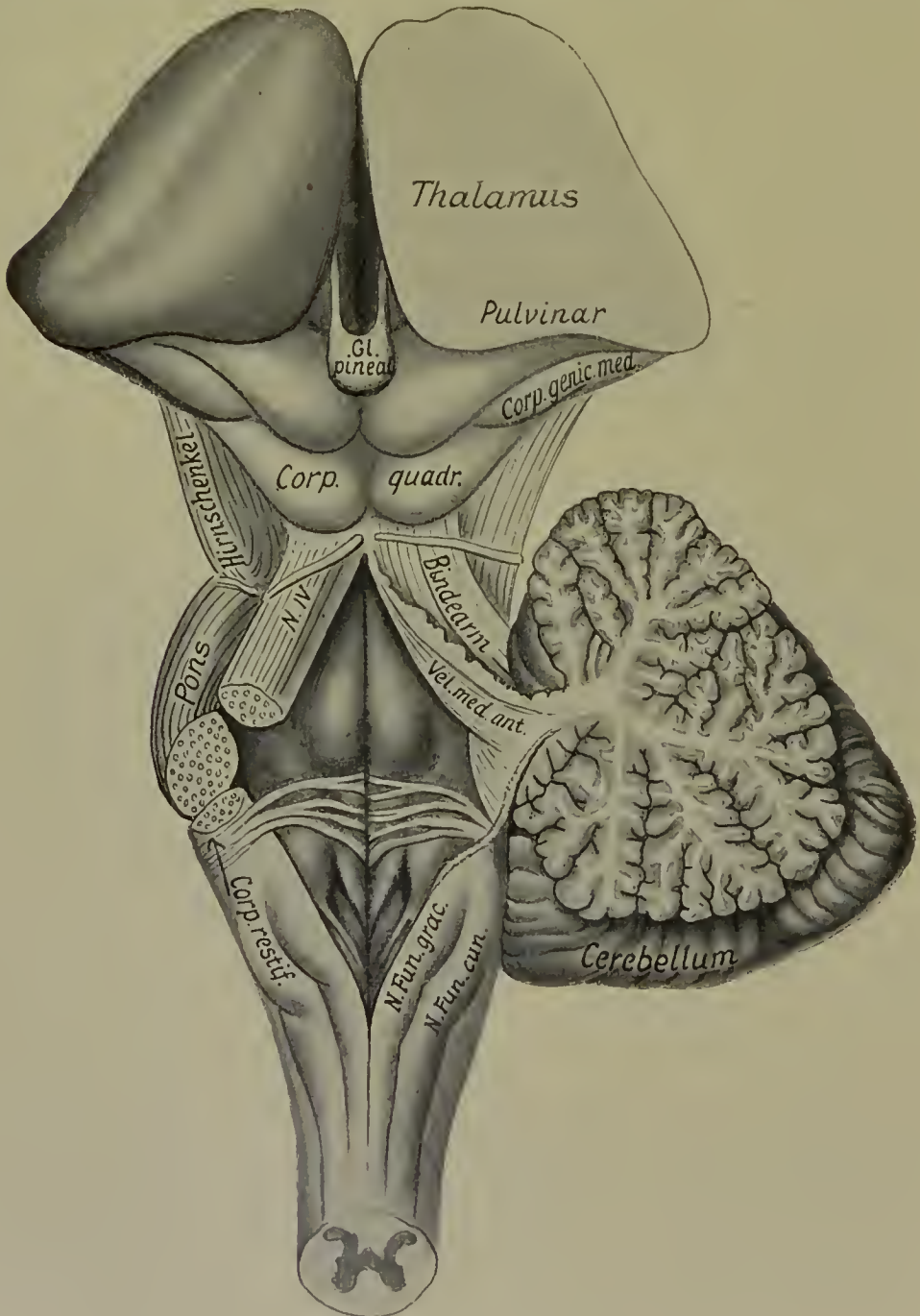


Fig. 34.

Thalamus, Vierhügel und Oblongata nach Abtragung des Kleinhirnes.

dadurch, daß in dem Gebiete, welches jetzt sichtbar geworden ist, mächtige Nerven, die Kopfnerven enden oder entspringen. Die hellen Querfasern, welche sie sehen, sind z. B. zentrale Hörbahnen aus den



Drehen Sie jetzt das Gehirn um, und suchen Sie Rückenmark und Oblongata auf, Fig. 35. Am frontalen Ende der Oblongata überqueren die dicken Fasermassen der Brücke, Pons, ihre Faserung und hinwärts von der Brücke tauchen diese Fasern, vermehrt um neue, die zu den Brückenganglien in Beziehung stehen, wieder auf. Sie bilden zwei mächtige Bündel, die *Pedunculi cerebri*, und enthalten alles, was zwischen Großhirn und kaudaleren Hirnteilen als Leitungsbahn einherzieht. Diese *Pedunculi* tauchen dann nach kurzem Verlaufe in die Masse des Großhirnes ein. Auf unserer Abbildung ist das nicht zu sehen, weil gerade über die Einsenkungsstelle sich das mächtige Bündel des *Tractus opticus* hinzieht. Es stammt aus Ganglien kaudal am Thalamus, von denen eines, das Pulvinar, eben sichtbar wird. Die *Tractus optici* vereinen sich vorn zu dem *Chiasma* und in dieses treten die *Nervi optici* aus dem Auge ein. Das graue Dreieck zwischen den Hirnschenkeln ist der Boden des dritten Ventrikels. Hier liegen zwei weißliche kleine Halbkugeln, die *Corpora mamillaria*, und vor ihnen senkt sich der Hirnboden zu der Ausstülpung des *Infundibulum*. Seine Spitze, ebenso wie die *Hypophysis*, welche jene umfaßt, ist hier abgeschnitten, aber auf Fig. 37 sehen Sie die ganze Anordnung.

Vor dem *Chiasma* senkt sich die embryonale Schlußplatte herab zur Hirnbasis. Sie ist von den Balkenfasern durchquert. Von dem Hemisphärenhirn erblickt man an der Basis den *Occipital*-, den *Temporal*- und den *Frontallappen*.

Vor dem *Tractus*, nach außen vom *Chiasma*, liegt dicht unter dem vorderem Teil des *Corpus striatum* die *Substantia perforata anterior*, eine graue, von zahlreichen Piagefäßen durchbrochene Masse. Vor ihr beginnt das Gebiet des *Lobus olfactorius*. Die Riechfaserung aus dem *Bulbus olfactorius* überzieht diesen und endet nahe der Spitze des Schläfenlappens, in feine Bündel aufgeteilt, im ventralen Vorderhirngebiete. Bei den Säugern, besonders bei den niederen, liegen hier mächtige Gehirnteile, die Riechlappen. Bei dem Menschen sind sie so atrophirt, daß wenig mehr als diese weiße Strahlung, welche die Riechlappen überzieht, übrig geblieben ist. Man bezeichnet diese als *Tractus olfactorii*.

Was ich Ihnen ohne wesentliche Verstümmelung des Gehirnes zeigen konnte, habe ich jetzt gezeigt.

Es wird nun zweckmäßig sein, wenn wir, ehe wir weiter schreiten, noch einige früher nur kurz behandelte Verhältnisse näher betrachten und speziell, wenn wir untersuchen, wie am menschlichen Gehirne das Verhältnis von *Palaeencephalon* zu *Neencephalon* sich gestaltet hat. Dadurch wird dasjenige, was ich nachher auf einem Schnitte durch das Gehirn zu demonstrieren habe, leicht verstehbar und es wird auch mehr Leben gewinnen.

Die reich gefaltete Oberfläche der Hemisphären ist identisch mit



dem, was Sie in einer der früheren Vorlesungen als Neencephalon kennen gelernt haben, also mit dem Hirnteil, der erst spät in der Tierreihe auftretend nur allmählich Anschluß an die übrigen Hirnzentren, an die Teile des Palaeencephalon gewinnt. Diesen Anschluß erreicht er durch eine sehr reiche Faserung, die beim Menschen so reich und dicht ist, daß sie im wesentlichen all das ausmacht, was Sie bei der



Fig. 36.

Das Neencephalon (rot) und das Palaeencephalon (grau) des Menschen. Die neencephalen Bahnen dringen in einzelne Teile des Palaeencephalon ein.

heutigen Demonstration als Markweiß der Hemisphären gesehen haben. Ein Teil ihrer Strahlung dringt nun in den Thalamus von der Seite her ein, ein anderer geht in die Ursprungszentren der Ganglien, wo der Sehnerv endet und in die Vierhügel. Was dann noch übrig ist, tritt frei an der Ventralseite des Gehirnes zutage — es sind die Hirnschenkel — und zieht dann zu weiter kaudal liegenden Teilen des

Palaeencephalon. Viel von ihm bleibt in der Brücke und die letzten Ausläufer enden dann im Rückenmarke.

Es enthalten also alle Teile des Palaeencephalons bei dem Menschen schon neencephale Anteile, die in sie hineinwachsen.

Die Hirnschenkel und die Brücke haben Sie bei dem Studium der Hirnbasis vorhin kennen gelernt aber die Beziehungen dieser ganzen Faserung innerhalb des Vorder- und Zwischenhirnes sind eigentlich nur an dem Schema und an Schnitten zu verstehen. An Figur 36 sehen Sie auch, wie die Vorderhirnfaserung, um überhaupt in ihrer Masse



Fig. 37.

Frontalschnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. Erklärung im Text.

austreten zu können, das Striatum mitten durchbrechen muß. Diese Faserung nennt man Capsula interna; der lateral in die Tiefe des Gehirnes geratende Anteil des Corpus striatum wird Nucleus lentiformis genannt; den medialeren, den Nucleus caudatus kennen Sie bereits. Figur 32 zeigt auch, daß in etwas kaudaleren Ebenen die abwärts ziehende Neencephalonfaserung zwischen Nucleus lentiformis und Thalamus geraten muß. Auch dieser Abschnitt wird zur Capsula interna gerechnet.

Jetzt sind Sie soweit, das Bild verstehen zu können, das ein Frontalschnitt durch das Vorderhirn und Zwischenhirn bieten muß. Lassen Sie uns einen solchen anlegen. Fig. 37.

Da haben wir zunächst die beiden Hemisphären, unter sich verbunden dorsal durch das Corpus callosum und ventral durch den grauen Boden des Zwischenhirnes. Die atrophische Innenwand unter dem Balken, das Septum pellucidum mit dem Rest des Hemisphärenspaltes, dem Ventriculus Septi, ist sofort erkennbar, auch die Fornixsäulen, die kaudal vom Septum den Rand der Vorderhirnhemisphäre begrenzen sind gut sichtbar. Sie tauchen da, wo sie angeschnitten sind, aus ihrer Lage dicht unter dem Balken hinab in die Tiefe des Zwischenhirnes.

Beiderseits von diesen dicken Bündeln führt das Foramen Monroi aus dem mittleren gut sichtbaren Ventrikel zwischen den Thalamis zu dem Seitenventrikel. Dieser wird lateral begrenzt vom Corpus striatum. Gerade hier sehen Sie, wie das Corpus striatum von den dicken Fasermassen der inneren Kapsel durchbrochen und anscheinend in zwei Ganglien geteilt ist. Im Linsenkerne, also in dem lateralen Teile des Corpus striatum, unterscheiden Sie leicht drei Abteilungen; nur das äußere dieser drei Glieder, das dunkler gezeichnete, Putamen genannt, ist gemeinsam mit dem Schwanzkerne als Ursprungsgebiet von Fasern bekannt. Die beiden inneren (Globus pallidus) sind in ihrer Bedeutung noch unklar. Nach außen von dem Linsenkerne liegt noch eine dünne graue Masse in der Hemisphärenwand, die Vormauer, Claustrum. Der Raum zwischen ihr und dem Linsenkerne heißt Capsula externa. Weiter lateral folgt dann die Rinde der Insel. Die graue Masse am Boden des mittleren Ventrikels gehört der Wand des Infundibulums, dem Tuber cinereum an. Man bezeichnet sie und ihre Fortsetzungen als zentrales Höhlengrau. Da, wo dieses und die Rinde des Schläfenlappens aneinander grenzen, liegt ein großer rundlicher Kern, der Nucleus amygdalae, Mandelkern. Er steht wahrscheinlich in Beziehungen zu dem Ursprungsapparate des Riechnerven. Aus der Gegend des Mandelkernes, wahrscheinlich aus dem Kerne selbst, entspringt ein Teil der Faserbündel, die als Taenia semicircularis auf der Grenze zwischen Thalamus und Schwanzkern dahinziehen.

Aus vergleichend anatomischen Erfahrungen wissen wir, daß die horizontale Partie der Abbildung zwischen Trichter und Mandelkern ein beim Menschen sehr atrophiertes Rindengebiet ist. Man bezeichnet sie als Area parolfactoria.

Zwischen den Fornixschenkeln sehen Sie in Fig. 32 die vordere Kommissur. Ihre Fasern krümmen sich, indem sie durch das Corpus striatum treten, nach rückwärts. So kommt es, daß wir in Fig. 37 dicht unter dem äußeren Gliede des Linsenkernes, ihrem Querschnitte nochmals begegnen.

Wir wollen in den folgenden Vorlesungen alle die heute geschilderten Teile näher betrachten. Das kann aber nur dann mit wirklichem Nutzen geschehen, wenn Sie sich mit dem, was ich heute besprochen, am Präparate selbst durchaus vertraut machen.

Am besten ist es, wenn Sie sich zwei Gehirne verschaffen, die an der Arteria basilaris in einer Lösung von 1 Formol zu 10 Wasser aufgehängt werden. Binnen wenig Tagen sind sie genügend hart geworden, um alle Schnitte und Abtrennungen, welche hier vor Ihnen ausgeführt worden sind, leicht zu ermöglichen. Machen Sie auch einfache Skizzen von dem, was Sie gesehen. Man kann dieses Zeichnen sich dadurch erleichtern, daß man eine Glasplatte auf drei Wassergläser stellt und unter ihr das Gehirn in feuchte Watte festlegt. Mit Feder und Tusche werden dann die auf der Platte sichtbaren Umriss umfahren. Man hat nur Sorge zu tragen, daß Auge, Feder und zu zeichnender Punkt immer tunlich in einer Senkrechten übereinander bleiben. Andernfalls würden zu große perspektivische Verzerrungen entstehen. Die Zeichnung wird mit Pauspapier aufgenommen. Das Pauspapier klebt man dann auf weißen Karton und vollendet nach dem Präparate selbst die Zeichnung.

Ich kann Ihnen, meine Herren, nicht eifrig genug empfehlen, so zu verfahren und sich durch eigene Präparation zu orientieren. Die Darstellung durch Bild und Wort wird Ihnen hierbei wohl einen festen Anhalt geben, sie kann aber nie das ersetzen, was durch das Studium am frischen Präparate gewonnen wird. Steht kein Menschenhirn zur Verfügung, so kann auch ein Kalb- oder Ochsenhirn zunächst orientieren. Nur die Hemisphären und die Riechlappen sind da wesentlich von den menschlichen unterschieden, die anderen Teile weichen nur wenig von dem oben Beschriebenen ab.

---

## Fünfte Vorlesung.

### Nerven, Wurzeln, Spinalganglien, Eigenapparat des Rückenmarkes.

M. H.! Die peripheren Nerven führen bekanntlich motorische und sensible Fasern gemischt in ihrem Stamme. Nahe am Rückenmarke trennen sich diese aber von einander.

Das Stämmchen, welches die motorischen Fasern enthält, geht direkt als vordere Wurzel in das Rückenmark hinein. Fig. 38.

Die sensiblen Fasern senken sich in das Spinalganglion. Fig. 38.

In den Spinalganglien liegen große Zellen, die zuweilen zwei, meistens aber nur einen Ausläufer haben. Ist nur einer da, so teilt er sich aber (Ranvier) bald nach seinem Abgange von der Zelle in zwei, so daß also auch hier schließlich zwei Zellfortsätze vorhanden sind. Fig. 39.

Durch eine lange Reihe der exaktesten Degenerationsversuche, durch unzählige Durchschneidungen von Nerven oder Wurzeln ist nun sicher nachgewiesen, daß der eine Fortsatz in den Nerven, der andere in das Rückenmark als Wurzelfaser eintritt.

Das Spinalganglion wird dann noch von einigen Rückenmarkfasern direkt durchzogen und um viele seiner Zellen splintern sich Axenzylinder auf, die wahrscheinlich aus dem Sympathicus kommen.

Wenn die Spinalganglien erkranken, wird sehr oft außer lebhaften Schmerzen im Bereiche der betreffenden Wurzel noch ein Herpesausbruch gefunden.

Zwischen Spinalganglion und Rückenmark entfaltet sich sowohl die sensible, als die motorische Wurzel in eine Menge kleiner Faserstämmchen, „Wurzelfasern“, die auf eine lange Strecke in das Rückenmark eintreten, die sensiblen Fasern auf der Rückseite, die motorischen auf der Vorderseite in einen etwas seitlich liegenden Längsspalt. Die Zahl dieser Bündelchen ist nicht gleich für alle Wurzeln und ist auch bei verschiedenen Individuen öfters eine verschiedene.

Da, wo starke Wurzeln, aus den Extremitäten kommend, herantreten, schwillt das Mark etwas an. Die *Intumescentia cervicalis*

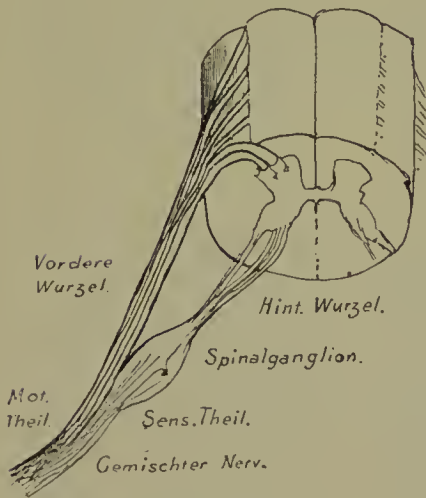


Fig. 38.

Schema der Beziehungen zwischen Rückenmark und Nervenwurzeln.



Fig. 39.

Schema der Wurzelzellen in einem Spinalganglion.

nimmt die Armmerven, die *Intumescentia lumbalis* die Beinerven auf. s. Fig. 40. Die schmalste Stelle des Rückenmarkes gibt den Interkostalnerven Ursprung. Das unterste, kegelförmig endende Stück des Markes heißt *Conus terminalis*; aus ihm entspringt außer den Nerven ein langer, dünner Fortsatz, das *Filum terminale*.

Ein Blick auf die Figur 40 zeigt, daß auf die größere Länge des Rückenmarkes hin in ziemlich gleichen Abständen, die auch ziemlich gleichlangen Wurzeln abgehen. Jede setzt sich aus einem dorsalen sensiblen und einem ventralen motorischen Abschnitte zusammen. Vom ersten Lendensegmente ab ändert sich das etwas. Die Wurzeln werden länger, verlassen nicht nahe ihrer Ursprungshöhe den Wirbelkanal, ziehen vielmehr zu weiter kaudaler gelegenen Austrittspunkten.

Je weiter man rückwärts untersucht, um so länger werden diese Wurzelfasern. Sie bilden, wenn etwa in der Höhe des 1.—2. Lumbalwirbels das eigentliche Rückenmark aufgehört, resp. zu dem dünnen Faden des Filum terminale sich verdünnt hat, einen mächtigen Büschel, die Cauda equina.

Es ist aus praktisch diagnostischen Gründen wichtig, sich diesen langen intravertebralen Verlauf der letzten Wurzeln vor Augen zu halten. Der zweite Sakralnerv z. B., welcher erst aus dem zweiten Foramen sacrale austritt, muß, um von seinem Ursprung in der Höhe des ersten Lumbalwirbels dahin zu gelangen, eine Strecke von 14 cm durchziehen. Da in der Cauda equina keine Plexusbildung stattfindet, liegen natürlich die sensorischen Wurzeln alle vereint dorsal, die motorischen ventral. Auch das ist praktisch wichtig.

Bekanntlich tritt bald nach Bildung der Wurzeln für die meisten derselben ein Faseraustausch mit benachbarten Wurzeln, eine Plexusbildung ein. Erst aus dem Plexus geht dann der periphere Nerv hervor und dieser enthält dann Elemente aus verschiedenen Wur-

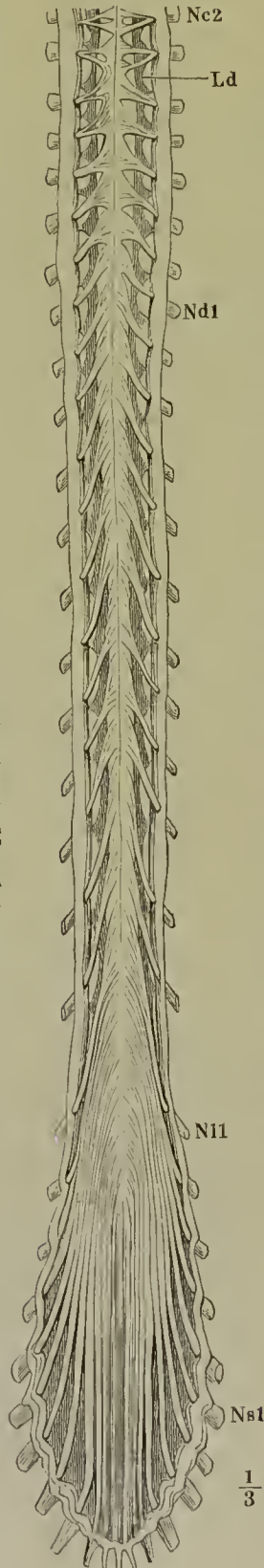


Fig. 40a (nach Henle).

Das Rückenmark mit den eintretenden Nervenwurzeln von vorn. Die Stämme treten durch die Dura mater [und entfalten sich dann fächerförmig am Mark entlang. Zwischen Dura und Rückenmark liegt ein gezahntes Anhängelband, das Ligamentum dentatum *Ld*. *Nc 2* Nervus cervicalis II, *Nd 1* Nervus dorsalis I, *Nl 1* Nervus lumbalis I, *Ns 1* Nervus sacralis I.

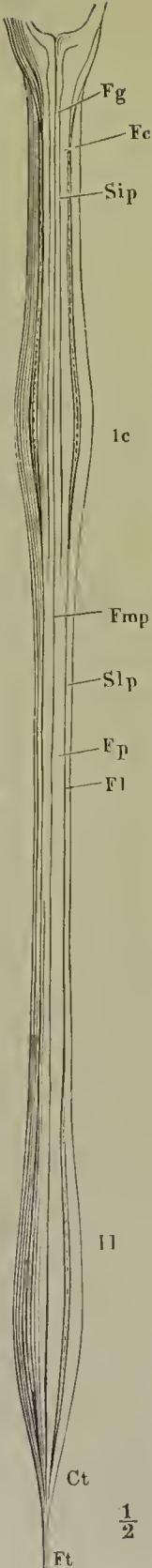


Fig. 40b.

Ein Rückenmark, dessen Nervenwurzeln abgetrennt sind, von hinten. Man beachte die beiden Anschwellungen Intumescentia cervicalis *Ic* und lumbalis *I1*. Durch den hinteren Längsspalt *Fmp* sind die Hinterstränge *Fp* geschieden. Im Halsmark trennt eine Furche *Sip* Sulcus interm. post. diese Stränge in *Fg* Funiculus gracilis und *Fc* Funiculus cuneatus. *Fl* Funiculus lateralis. *Ct* Conus terminalis. *Ft* Filum terminale.

zeln. Lange Jahre hindurch haben sich zahlreiche Forscher mit der Frage beschäftigt, ob etwa den einzelnen Wurzeln bestimmte Hautbezirke oder auch bestimmte Muskeln angehörten und welches Gesetz der Faserverteilung in der Peripherie zugrunde liege.

Es hat sich gezeigt, daß jeder Wurzel ein ganz bestimmtes peripheres Areal zugehört, daß ihre Fasern dieses Areal aber nicht direkt, sondern meist durch ganz verschiedene Nerven erreichen. So deckt sich also das Wurzelareal nicht mit demjenigen der Nerven; der Ausfall einer Wurzel erzeugt Störungen in Gebieten, die mehreren Nerven angehören und der eines sensiblen Nerven trifft Felder, die von mehreren Wurzeln her versorgt sein mögen.

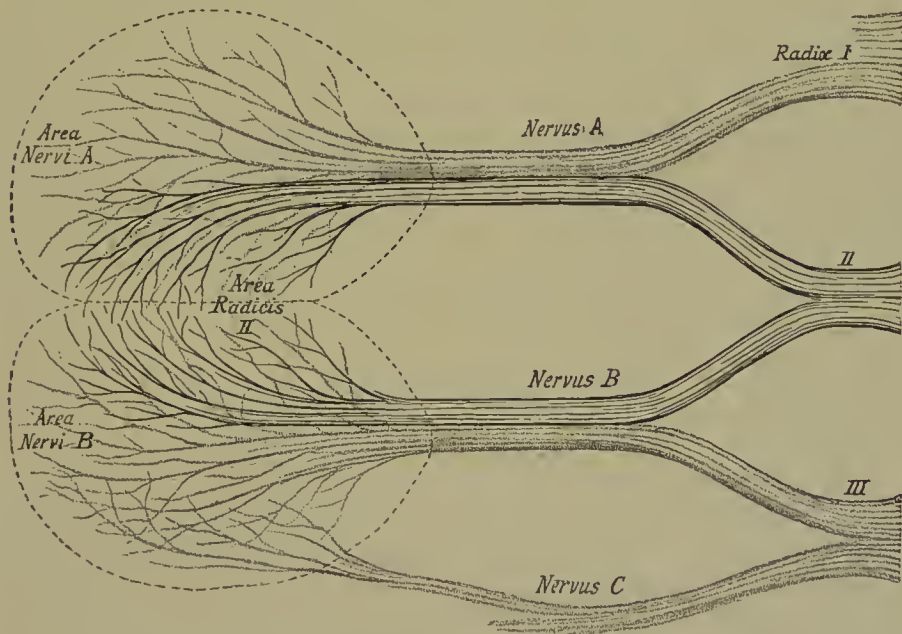


Fig. 41.

Schema der Innervation eines Hautbezirkes. Man beachte: Nervenareal, Wurzelareal, Überdecken der Wurzelareale.

Angenommen, Sie fänden bei einem Patienten die ganze Außenseite des Armes, von der Schulter bis zum Daumen unterempfindlich. Dieses Gebiet wird von drei Nerven, dem Axillaris, dem Cutaneus medius und unten vom Palmaris medius versorgt. Wären alle diese Nerven erkrankt, dann würde auch ihr übriges Innervationsgebiet, das medianer liegt, mitgelitten haben; das lange Feld kann also nicht durch die Unterbrechung jener Nerven empfindungsgestört sein. Wir wissen aber, daß es ausfällt, wenn die fünfte Cervikalwurzel leidet. Die Diagnose wird also auf Erkrankung dieser Wurzel mit Leichtigkeit zu stellen sein. Nur diejenigen Anteile der drei Nerven, welche aus jener Wurzel stammen, innervieren es, die anderen Teile der gleichen Nerven — sie stammen aus der sechsten Cervikalwurzel — innervieren ein medianer liegendes Feld an der Volarseite des Ober- und Unterarmes.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns leicht, diese Verhältnisse gut verstehen.

Der frühe Embryo besteht aus einer Reihe hintereinander liegender Metameren. Die Abschnitte des Zentralnervensystems, welche diesen Metameren entsprechen, heißt man Neuromeren. Jedem Neuomer sind zwei dorsale und zwei ventrale Wurzeln zugeordnet.

Diese versorgen die Haut, die Knochen und die Muskeln nur des betreffenden Körperabschnittes, das Dermatome, das Sklerotome und Myotome. Wie immer in der späteren Embryonalzeit auch die Plexusbildung usw. in den peripheren Nerven ausfallen mag, die Endäste der aus dem Neuomer entspringenden Fasern treffen sich alle wieder direkt oder auf verschiedenen Wegen ankommend in seinem Dermatome, Sklerotome und Myotome.

Auf mehreren Wegen hat man versucht, die Wurzelbezirke für die Haut, die Dermatome, festzulegen. Einmal durch genaue Sensibilitätsuntersuchungen an Menschen mit unterbrochenem Rückenmark. Es sind allmählich so viele Leitungsstörungen in den mannigfachsten Wurzelhöhen bekannt geworden, daß man, sie zusammenstellend, zu einem Übersichtsbilde kommen konnte. Dann hat man untersucht, wie sich der Ausfall gestaltet, wenn einzelne Wurzeln durchschnitten werden. Zunächst zeigte sich, daß kaum Gefühlsausfall eintrat. Das konnte nur daher rühren, daß die anliegenden erhaltenen Wurzeln das Nachbargebiet bis zum gewissen Grade mit innervieren, daß die Wurzelreale an den Rändern einander überdecken. Deshalb hat Sherrington zahlreiche Wurzeln durchschnitten und nur eine mitten darunter intakt gelassen. Ihr Areal war dann leicht festzustellen, da es ja von überdeckenden Bezirken freigemacht war. Bei Tieren sowohl als beim Menschen ist das Überdecken der Dermatome durch die nächst anliegenden in verschiedenen Arealen verschieden. Einzelne Dermatome werden von 2, andere von 3 und 4 Nachbar Dermatomen überdeckt, sodaß immer nur das Zentrum wesentlich von der zugehörigen Wurzel innerviert ist. Fig. 41.

Ist nun auch für das feinere Detail hier noch sehr viel zu schaffen, so kann man doch heute ein ziemlich übersichtliches Bild der Segmentinnervation der Haut zeichnen. Auf der Figur 42 und 43 habe ich zusammengestellt, was sich mit einiger Sicherheit aussagen läßt. Die Linien geben den Verlauf der Neurotome an. Zu beiden Seiten derselben ist Segmentareal gelegen. Die Anordnung ist leicht zu behalten, wenn Sie von den Sakralnerven ausgehen. Sie sehen dann sofort, warum die Kreuzbeingegend von den letzten Sakralwurzeln, die Hinterseite des Beines von den höher liegenden Sakralnervenzwurzeln versorgt werden muß, wie sich die Lumbalwurzeln in die Innervation der Vorderseite teilen und wie sich hieran die Wurzeln der Dorsalnerven anreihen. Durch diese Anordnung kommt es dazu, daß in einer bestimmten Linie jeder Extremität Wurzelfelder, sich treffen, die nicht benachbarten, sondern weit auseinander liegenden Rückenmarkshöhen entstammen. Man hat sie die Richtungslinien genannt.

Sehr viel mehr Mühe als die Erforschung der Dermatome hat diejenige der Myotome gekostet. Die meisten Muskeln enthalten Elemente aus verschiedenen Wurzeln weil sie nicht einheitlich angelegt werden, sondern durch Verwachsen mehrerer Myotome entstanden sind.



An dem langen Rectus abdominis, der sich aus mehreren Myotomen zusammengesetzt über das Gebiet gleichvieler Neuromeren erstreckt, ist das an den Inscriptiones tendineae ohne weiteres zu sehen.

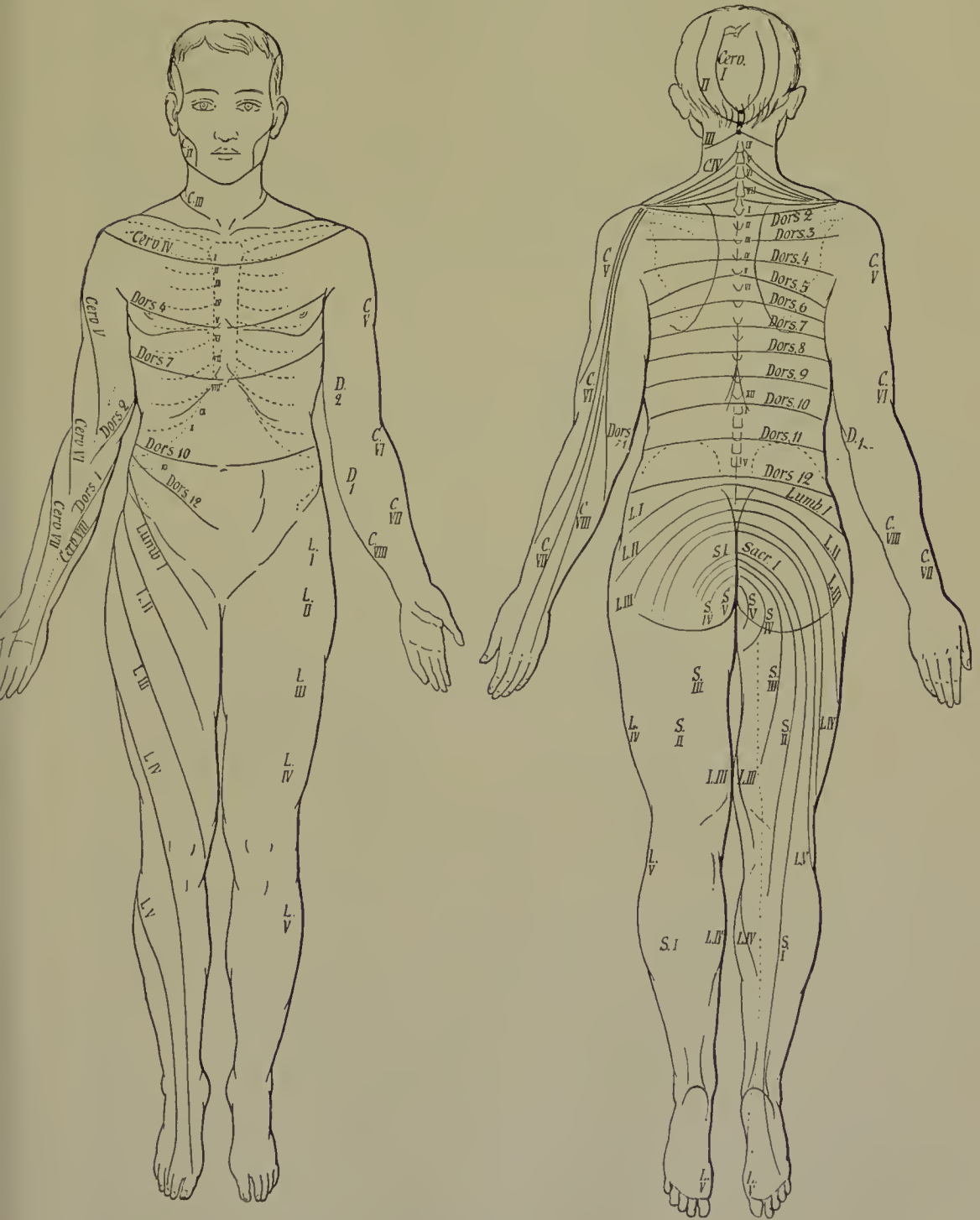


Fig. 42. u. 43.

Die Wurzelinnervation der Haut.

Figur 44 zeigt Ihnen, welche Myotome die Schultermuskulatur zusammensetzen. Der Muskelnerv muß, um je einen ganzen Muskel versorgen zu können, hier Elemente aus mehreren Wurzeln führen. Fast jeder längere Muskel bekommt durch seinen Nerven Fasern aus verschiedenen Wurzeln. Die für sein Arbeiten nötige Synergie wird also durch anatomische Anordnung innerhalb des Rückenmarkes gesichert.

Die langen Muskeln am Rücken bekommen aus all den einzelnen Höhen, an denen sie vorbeiziehen, ihre Nerven, die Muskeln der Vorderextremität aus der 6. Cervikal- bis 1. Dorsalnervenwurzel. Die Nerven des Becken und Oberschenkelmuskel stammen aus dem 2.—5. Lendenpaare und die des Unterschenkels werden von den Sakralwurzeln geliefert. Man hat genaue Tabellen über diese Innervationszonen.

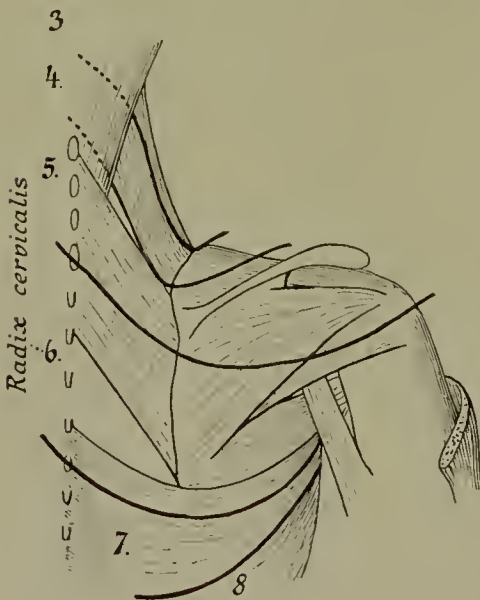


Fig. 44.

Die Wurzelversorgung der Schulterblattmuskulatur,  
nach Boick.

Auf unserer Kenntnis dieser Dinge beruht es, daß wir die Höhe ganz genau bestimmen können, in welcher das Rückenmark etwa durch einen Tumor unterbrochen ist. Man muß nur untersuchen, wie weit die Gefühlstörung reicht und welche Muskeln gelähmt sind.

Das **Rückenmark**, in welches nun die Wurzeln eintreten, besteht aus zwei verschiedenen Elementen. Einmal aus dem Eigenapparate, das heißt aus den Wurzeln und der ganglienzellenreichen grauen Substanz, in welcher jene enden oder entspringen und dann aus dem Verbindungsapparate, das sind die Fasern, welche den Eigen-

apparat zu anderen Teilen des Nervensystems in Beziehung setzen.

Der Verbindungsapparat umgibt als weiße Fasermasse den Eigenapparat. So kommt es, daß ein Querschnitt durch das Rückenmark in der Mitte den grauen Eigenapparat und um diesen herum die weiße Verbindungsfaserung aufweist. In der Figur 45, welche Ihnen einen solchen Schnitt vorlegt, zeigt der zentralere Teil etwa eine Schmetterlingsform, denn hier liegt jederseits vorn eine lange Säule von Ganglienzellen, bestimmt die motorischen Wurzeln auszusenden und hinten jederseits eine ebensolche Säule, bestimmt einen Teil der sensiblen Wurzeln aufzunehmen.

Die graue Substanz des Eigenapparates besteht im wesentlichen aus den aufgesplitterten Wurzelfasern und; vielgestalteten Ganglienzellen, zu denen jene Wurzelfäden in Beziehung treten. Außerdem ist

sie noch erfüllt von den Dendridenausläufern der Ganglienzellen und von Nervenbahnen verschiedener Herkunft. Deshalb bietet ein Schnitt, wenn alle Axenzylinder gefärbt sind, ein überaus verwirrendes Bild.

Die Ursprungszellen der motorischen Nerven sind groß, senden zahlreiche Fortsätze aus und haben den in Fig. 10 und Fig. 13 abgebildeten Typus. Die im Hinterhorne liegenden Ganglienzellen sind kleiner als die Vorderhornzellen. Meist haben sie eine der Spindel sich nähernde Gestalt. Ihr Axenzylinder verzweigt sich entweder schon nahe an der Zelle zu einem feinen Flechtgewebe, oder er zieht in der Rückenmarkssubstanz weiter. Nie geht er in eine periphere Nervenfasern über.

Die weiße Substanz, welche die graue umgibt, besteht wesentlich aus in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufenden Fasern, zu

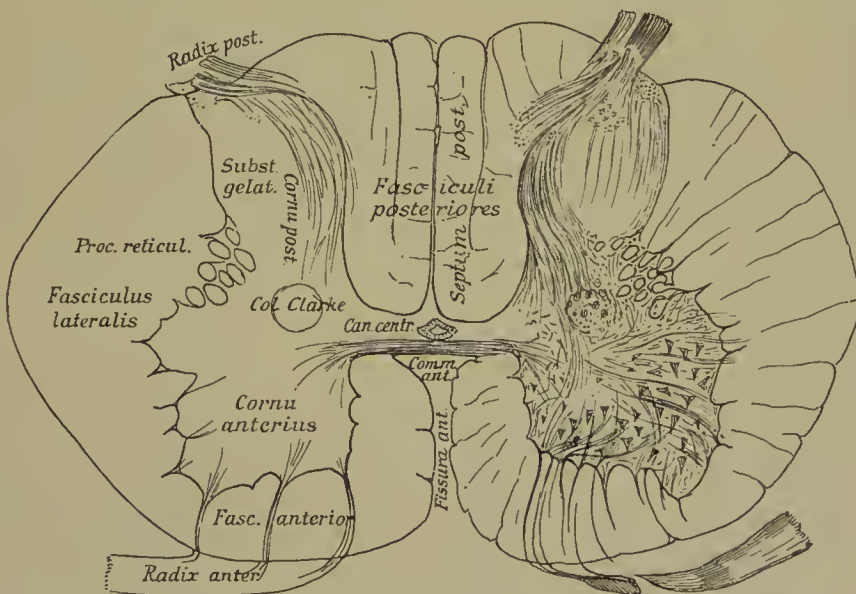


Fig. 45.

Querschnitt des Rückenmarkes. Halsanschwellung.

denen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Nervenwurzeln und eine gewisse Anzahl von anderen Fasern kommen, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsaxe aus der grauen Substanz heraus zu den weißen Fasersträngen ziehen. Die Nervenfasern haben einen Axenzylinder und eine Markscheide. Die Breite der letzteren wechselt sehr. Eine Schwannsche Scheide fehlt ihnen.

Da man das Mark gewöhnlich an Schnitten untersucht, hat man sich gewöhnt, die Querschnitte der Gangliensäulen als „Hörner“ zu bezeichnen und dementsprechend finden sie in der Fig. 45 ein Cornu anterius, — hier liegen die großen Ganglienzellen, aus welchen die motorischen Fasern kommen, und ein Cornu posterius angegeben. In das letztere sehen sie einen Teil der sensiblen Fasern eindringen. Aber doch nur einen Teil, der medialere Abschnitt wendet sich, wie an

der Figur gut zu sehen ist, in die als Fasciculi posteriores bezeichneten peripheren Anteile. Er endet nicht in der Höhe seines Eintrittes wie die anderen Fasern, sondern er zieht zunächst hirnwärts, um schließlich ganz frontal, da wo die Oblongata beginnt, in eigene Kerne, die man Kerne der Hinterstränge genannt hat, einzutreten.

Die Hinterstränge bestehen fast ausschließlich aus diesen eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Sie entstehen unter Umständen

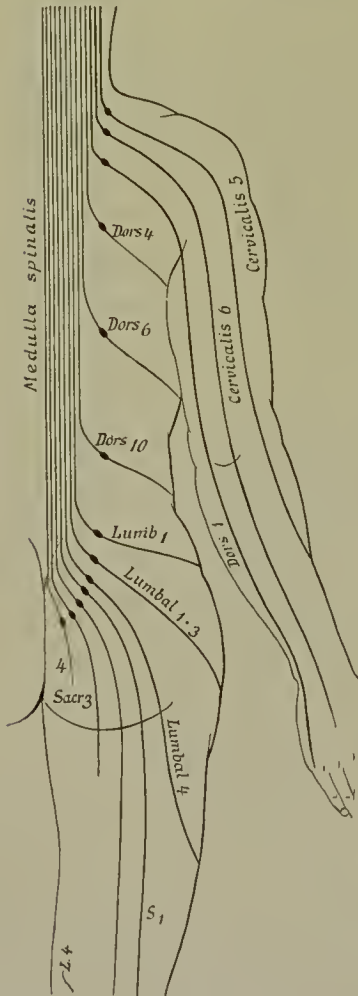


Fig. 46.

Schema des Aufbaues der Dorsalstränge.



Fig. 47.

Kollateralen aus der Hinterwurzel zum Vorderhorn. Vom Rückenmarke der neugeborenen Maus. Nach Lenhosséck.

selbst da, wo das übrige Rückenmark gar nicht angelegt ist, als frei in die Wirbelsäule aus den Spinalganglien einwachsende Stränge. Da jede neu in das Rückenmark eintretende Faser die schon vorhandenen medialwärts drängt, kommt es, daß oben im Halsteile die zuerst eingetretenen aus den Beinen in den Fasciculi posteriores ganz medial liegen, die aus den Armen ganz lateral. Vergleichen Sie dafür Fig. 46. An dem Querschnitt der Fig. 45 ist noch einiges zu sehen. Daß in der

Mitte des Eigenapparates der Zentralkanal liegt, das ist für Sie, die der Entwicklung gefolgt sind, wohl selbstverständlich. Die Faserzüge welche vor ihm unter dem Namen *Commissura anterior* die Mittellinie überqueren, gehören zum Teile schon kreuzenden Verbindungen an. Da, wo die Hinterwurzel eintritt, liegt jederseits, zu ihrer teilweisen Aufnahme bestimmt, eine glasige Substanz mit feinsten Zellen, die *Substantia gelatinosa Rolandi*. Dann ist zu bemerken, daß im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern der Eigenapparat vielfach von weißen Fasern durchbrochen ist, so daß man den Eindruck bekommt, daß da ein Netz liege — *Processus reticularis*. Und schließlich liegt mitten im Eigenapparat eine im Querschnitt rundliche Säule von Ganglienzellen, die auch zur Aufnahme von Dorsalwurzelfasern bestimmt ist. Sie heißt *Stilling-Clarkesche Säule*.

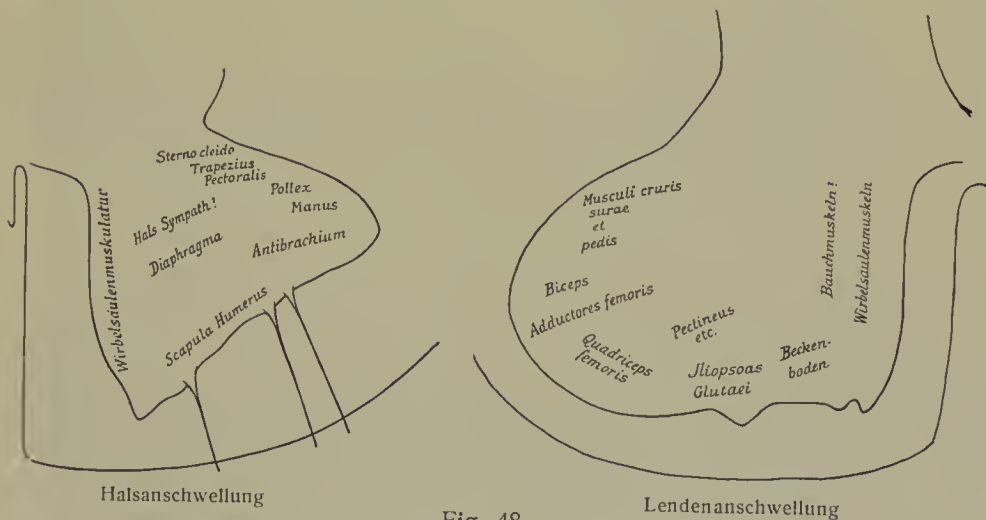


Fig. 48.

Schema der Kernlokalisation im Rückenmarke, z. T. nach Sano.

Es gibt aber auch Hinterwurzelfasern, die weithin ventralwärts ziehen bis sie in den Vorderhörnern angelangt sind und um deren Zellen aufsplintern. Diese wohl als direkte Reflexbahn anzusehende Abteilung ist Fig. 47 abgebildet. Fast alle Hinterwurzelfasern teilen sich bei ihrem Eintritt in das Rückenmark in einen auf- und einen absteigenden Ast, so daß eigentlich keine ganz genau in der Höhe des Eintrittes auch endet, jede beherrscht, ganz wie die analogen Fasern, die ich am Regenwurm zeigte, einige Höhengsegmente des Markes.

Die rezeptorischen Bahnen gelangen also: a) in das Hinterhorn, b) in die erwähnte Säule und c) in die Hinterstränge, wo sie dann nahe der *Oblongata* enden und schließlich d) in die Vorderhörner. S. Fig. 57.

Wird das Rückenmark durch irgend einen Prozeß quer getrennt, so entarten alle Hinterstrangfasern bis hinauf zu ihren Bulbärkernen, weil ihre Fasern ja dann von ihren Ursprungszellen im Spinalganglion getrennt sind. Man nennt diese Entartung aufsteigende sekundäre Degeneration. Erkranken die Wurzeln selbst, wie das bei der *Tabes* der Fall ist, so erhält man *Degene-*

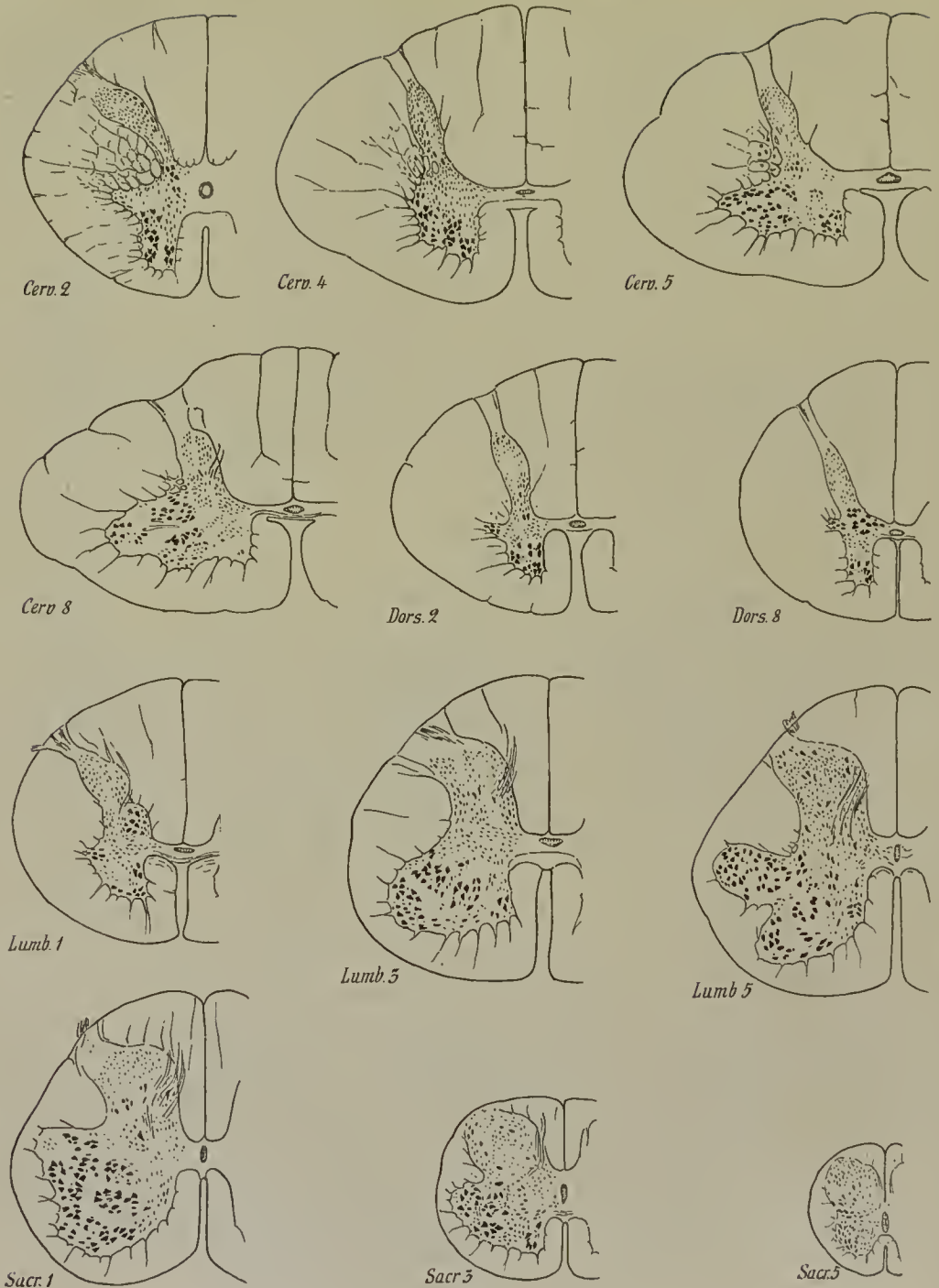


Fig. 49.

Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen. Zu beachten auch die Zahl der Zellen in jedem Segment. Der Umriss des Vorderhorns in den oberen Cervikalsegmenten wird dadurch bestimmt, daß hier die Kerne für die kräftige Nacken- und Halsmuskulatur liegen. Vom vierten Cervikalsegment an nimmt das Vorderhorn zu, weil die Kerne für die Schultermuskeln sich denen der Stammuskulatur zuaddieren. Im Bereiche des fünften Segmentes wächst lateral noch ein mächtiger Kern heraus. Er sendet seine Nervenbahnen in die Armmuskulatur und bleibt erhalten bis unterhalb des ersten Dorsalsegmentes. Vom zweiten Cervikalsegmente an ist wieder nur die Stamm- muskulatur zu versorgen und sofort nimmt der Umfang sehr ab. Auf diesem Schnitte wollen Sie ihre Aufmerksamkeit noch der kleinen Zacke des Seitenhorns schenken, die etwas weiter frontal verwischt ist, aber innerhalb der vorder- noch der kleinen Zacke des Seitenhorns scharf vortritt. Hier entspringen höchstwahrscheinlich die Fasern des Hals- sympathikus; deshalb die addierte Zacke. Innerhalb der ganzen Dorsalsegmentreihe ändert sich das Querschnitts- bild natürlich nicht mehr, aber vom elften Wurzelpaare ab nimmt die graue Substanz wieder zu. Hier liegen die Kerne für den mächtigen Iliopsoas, die noch ein gutes Stück weiter kaudal reichen und vom ersten Lumbalsegmente ab addieren sich hierzu noch die Kerne für die Muskeln der Unterextremität. Der Umriss der grauen Substanz wird wieder sehr viel größer, ziemlich im gleichen Sinne wie weiter vorn innerhalb der Kernregion für die Arme.

rationen im Hinterstrang, welche je nach der Zahl der befallenen Wurzeln verschieden dicht sind. Es kann z. B. bei einem bestimmten Tabesfall wesentlich der Wurzelapparat aus den Beinen zerstört sein, während von weiter vorn entspringenden Wurzeln nur einige beteiligt sind.

Das ist die somatische Innervation. Die Zentren für die splanchnische sind etwa in der Höhe des Processus reticularis

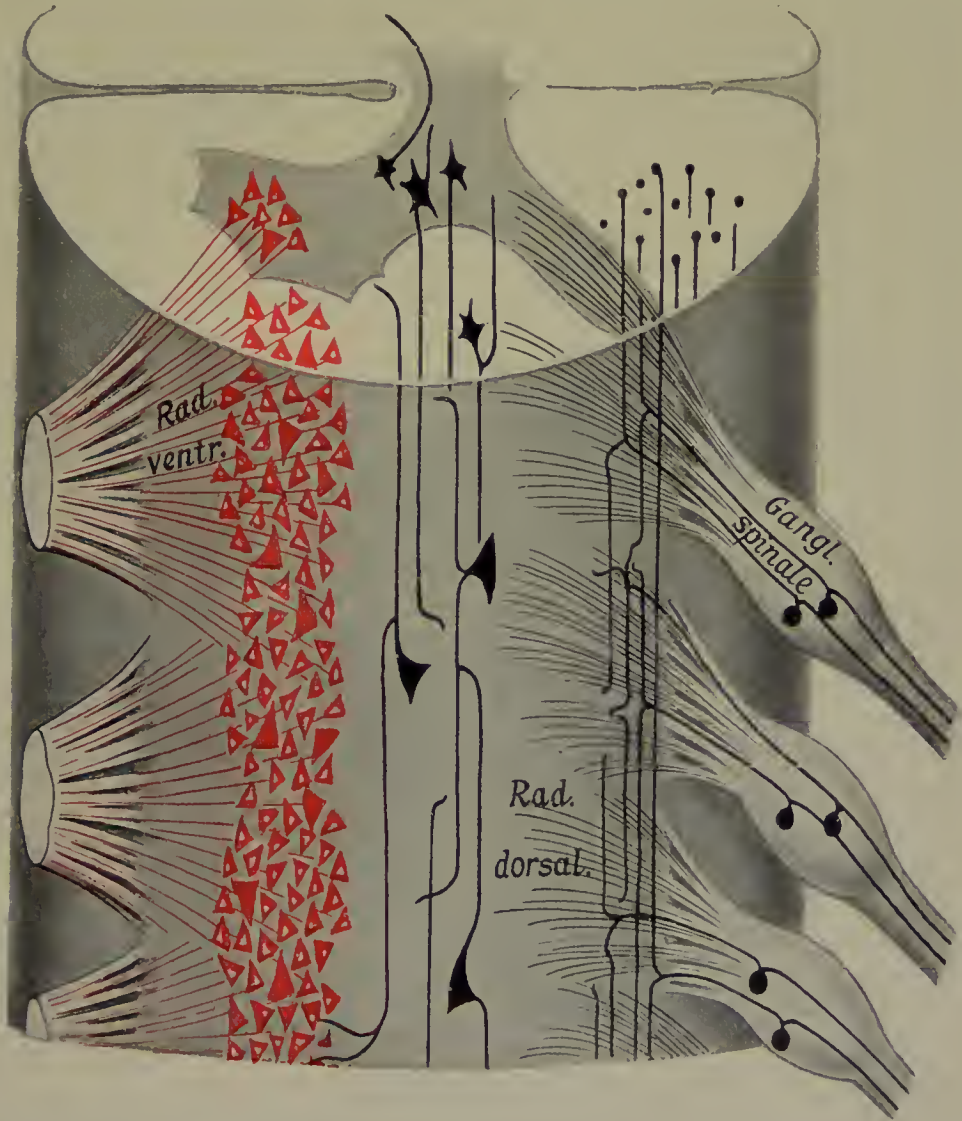


Fig. 50.

Schema des Eigenapparates im Rückenmarke.

Fig. 45 gelegen. Von hier gehen motorische Fasern mit den Hinter- und Vorderwurzeln zu den Ganglien des Grenzstranges und zu den sympathischen Ganglien am Halse.

Durch sorgfältige Untersuchungen der Atrophie in den Zellen, welche nach frühen Amputationen eintritt und der Lähmungen, welche nach bestimmten Rückenmarksherden auftreten, hat man die Lokali-

sation der Kerne für die einzelnen Muskelgruppen kennen gelernt. Fig. 48 gibt ihnen die Darstellung ihrer Lage innerhalb der Hals- und der Lendenanschwellung. Die Ausbildung dieser Kerne ist es, die das Volum der Vordersäulen bestimmt. Wo immer viele Muskeln zu innervieren sind, da schwellen sie enorm an. Deshalb ist auch der Querschnitt des Rückenmarkes in seinen verschiedenen Höhen ganz verschieden. Studieren sie einmal recht genau die Fig. 49, dann wird das völlig klar.

Der Eigenapparat des Rückenmarkes könnte natürlich nicht geordnet fungieren, wenn er nur aus den zu den Wurzeln gehörigen Elementen bestände. Er besitzt deshalb noch eine große Anzahl von Ganglienzellen, die ihre Fortsätze aufteilen, um sie innerhalb und außerhalb der grauen Substanz hinauf und hinab in verschiedene Rückenmarkabschnitte zu senden. Diese Zellen heißen Assoziationszellen und in Fig. 50 habe ich einige abgebildet. Die Axenzylinder, welche hinaus aus der grauen Substanz in die weiße laufen, umgeben mit längeren und kürzeren Bahnen den ganzen grauen Apparat. Sie liegen ihm mit den letzteren ganz nahe, mit den ersteren entfernter, überall in den Strängen bis ganz hinaus zu deren Peripherie. Geraten die Rückenmarkstränge durch Erkrankung in Degeneration, so bleiben oft diese Fasern mitten in ihnen gesund und erkrankt durch eine bestimmte Infektionskrankheit, die Poliomyelitis, die graue Substanz allein, dann entarten mitten in den sonst gesunden Strängen die Assoziationsfasern.

Am frontalen Ende des Rückenmarkes, da, wo die Mechanismen liegen, welche der Assoziation der Atmungsmuskulatur dienen, nehmen die kürzeren und mittleren Assoziationsbahnen natürlich an Menge sehr zu. Es vergrößert sich deshalb das Feld im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern, wo viele solche Bahnen lagern, sehr und es entsteht allmählich das Assoziationsfeld der Oblongata. Vergleichen Sie auf Fig. 49, Cervicalis II mit Dorsalis II.

## Sechste Vorlesung.

### Eigenapparat und Leitungsapparat des Rückenmarkes.

Meine Herren. Sie haben wohl jetzt klar erkannt, daß der in der letzten Vorlesung geschilderte Eigenapparat des Rückenmarkes die Gefühlsbahnen zum größten Teile aufnimmt und alle motorischen Fasern aussendet. Zahlreiche Verbindungen in ihm und Faserzüge, welche ihn umgeben, um einzelne Höhen des Markes untereinander zu verknüpfen, ermöglichen eine Summe von physiologischen Leistungen, an die Sie sich erinnern, wenn Sie dessen



gedenken, was ein enthirntes Tier, also ein solches, dessen Verbindungsbahnen nicht mehr funktionieren, vermag. Alle die komplizierten Bewegungen des geköpften Frosches z. B. beruhen nur auf der Leistung des Eigenapparates. Er ist der phylogenetisch älteste Teil des ganzen Zentralnervensystemes. Wir müssen annehmen, daß hier die Zellen derart zu Bewegungskombinationen vereint sind, daß ganz bestimmte für die Art immer gleiche Bewegungen nur durch einen Reiz von der Peripherie her angeregt zu werden brauchen, um immer gleichartig abzulaufen. Deshalb springt der geköpfte Frosch, galoppiert das geköpfte Kaninchen und flattert das geköpfte Huhn davon, wenn periphere Reize einsetzen, die auch das normale Tier in Bewegung setzen würden.

Irgend einem Reize, der aus der Peripherie in das Rückenmark kommt, stehen eine große Menge von Verbreitungswegen offen. Es gibt zunächst eine Anzahl von Hinterwurzelfasern, welche direkt ventral in das Vorderhorn ziehen und um dessen Zellen aufsplitteln. Diese sind wohl geeignet, jene Zellen mit den Reizmomenten zu „laden“, oder bei genügend hohen Reizen auch sofortige Entladung von motorischen Reflexen hervorzurufen. Durch vorgebildete und auf dem Wege der Einübung erworbene Bahnen stehen aber die motorischen Zellengruppen wieder unter sich in funktionell assoziierter Verbindung, und diese Verbindung ist wohl derart beschaffen, daß ein einzelner Reiz in der Lage ist, eine ganze Funktionsgruppe gleichzeitig zur Entladung zu bringen. So können Reflexe bestehen aus einzelnen Muskelbewegungen und auch aus scheinbar sehr komplizierten Aktionen.

Die anatomische Unterlage der Assoziationen bilden außer den Dendriten namentlich jene Strangzellen mit ihren Fortsätzen. Es hat gar keine Schwierigkeit, anzunehmen, daß ein Reiz, der in das Rückenmark gelangt, auf dem Wege durch jene Zellen sich über verschiedene Höhen ausbreitet und so motorische Muskelkerne der mannigfachsten Lage zu einer gemeinsamen Aktion zusammenfaßt.

Man darf sich nicht vorstellen, daß alles dasjenige, was in den sensiblen Wurzeln an Eindrücken dem Rückenmarke zugeführt wird, identisch ist mit dem, was wir gewöhnlich „Empfinden“ nennen. Damit ein Eindruck zum Bewußtsein komme, genügt es nicht, daß er dem Rückenmarke zugeleitet werde, es muß auch von der Stelle, wo die betreffende Bahn endet, eine Verbindung zur Hirnrinde führen. Nun aber ist gar kein Zweifel, daß solcher Verbindungen nur ganz wenige sind, daß, wenn man die Gesamtzahl der Hinterwurzelfasern etwa in Betracht zieht, die Zahl der zentralen Verbindungen dagegen verschwindend klein ist. Das allein schon ermöglicht der Schluß, daß wohl zahlreiche sensorische Eindrücke dem Rückenmarke zukommen, daß aber nur von einigen wenigen wir deutliche Kenntnis bekommen. Eine Reihe geistreicher Versuche hat gezeigt, daß die Hauptmasse der Gefühlsbahnen der sensorischen Regulierung unserer Bewegungen, s. S. 36, dient. Ihr Einfluß auf den Muskeltonus, auf die Bewegungsregulation und auf die Fähigkeit zur Muskelbewegung überhaupt kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Nicht nur hat sich längst gezeigt, daß bei weitgehendem Untergang von Dorsalwurzeln, wie er bei der Tabes statthat, die Ausführbarkeit korrekter Bewegungen und die Spannung aller Muskeln enorm leidet, es läßt sich auch zeigen, daß ein Affe, dem man genügend viele Dorsalwurzeln aus der Armregion ausschneidet, keine aktiven Bewegungen mehr mit den Armen macht.

In den Hintersträngen verlaufen vermutlich Bahnen, welche einerseits durch ihre Kleinhirnverbindungen, andererseits durch eine Großhirnverbindung mit den sogenannten motorischen Rindenzentren irgendwie auf die sensorische Regulierung der Bewegungen und den Muskeltonus Einfluß haben.

Es sind die Ergebnisse der bisher angestellten physiologischen Versuche nur mit besonderer Vorsicht zu verwerten; dagegen scheint mir, daß neue Untersuchungen an Menschen mit totalen oder partiellen Rückenmarkstrennungen sehr erwünscht wären, weil eben die Tiere nur auf die allergrößte Weise Eindrücken gegenüber reagieren werden, die ihnen nicht gerade Schmerz machen. Sicher wissen wir bis heute nur, daß die Hinterstrangbahn nicht alle die Gefühle, welche wir als taktile empfinden, leitet, und sehr wahrscheinlich ist, daß diese von dem in die graue Substanz eintretenden Abschnitte, welcher bald seine sekundäre Fortsetzung findet, weitergeleitet werden. Mit eben diesem Abschnitte müssen auch die zentralen Bahnen verlaufen, welche uns über Temperatur- und Druckempfindungen Auskunft geben.

Erkrankungen im Eigenapparate — wir kennen solche vielfach — führen zu sehr schweren Symptomen. Der Untergang der Vorderhornzellen erzeugt natürlich totale Muskellähmung. Zerstörungen der eintretenden hinteren Wurzeln müssen die ganze in diesen verlaufende Gefühlsbahn unterbrechen und nicht nur den Verlust jeder Art von Gefühl, sondern auch den der Reflexe, die ja durch die sensible Bahn vermittelt werden, nach sich ziehen. Auch die Sehnenreflexe schwinden dann.

Die Bahnen für die Reflexe liegen alle in der grauen Substanz mit zuführenden und wegführenden Bahnen in der weißen Substanz. Wahrscheinlich ist die Mehrzahl der Reflexe an Segmente gebunden, die nicht sehr weit von dem Eintritt der betreffenden Wurzeln liegen. Die Reflexe können aber von frontalwärts gelegenen Punkten aus beeinflußt werden, entweder durch Hemmungen oder dadurch, daß von oben herabkommende Bahnen ihr Zustandekommen erst ermöglichen, z. B. den Muskeltonus entsprechend regulieren. Vollständige Unterbrechung des Rückenmarkes führt zunächst zu Verlust aller Reflexe, die Sehnenreflexe bleiben dann gewöhnlich dauernd aus, die Hautreflexe können wieder eintreten. Eine Anzahl mit der Blasen-, Mastdarm- und Vasomotoreninnervation verbundener Reflexe können aber auch bei völliger Quertrennung erhalten bleiben.

Erkrankungen der grauen Substanz treffen natürlich immer auch die Sympathikusanteile derselben, doch sind die Folgen noch wenig studiert. Mit dem 7. Cervicalnerven und mit einigen höheren Wurzelfasern treten aus dem Sympathikus Fasern in das Rückenmark, welche bei der Innervation des Auges und der gleichseitigen Gesichtshälfte in Betracht kommen. Sie verlaufen im Marke ungekreuzt cerebralwärts. Deshalb machen Unterbrechungen der siebenten Wurzel ebenso wie Rückenmarksdurchtrennungen oberhalb des siebenten Segmentes immer gleichseitige Verengerung der Lidspalte und der Pupille links, oft auch Abnahme des Gesichtsturgor auf der verletzten Seite. Die Mehrzahl der Bahnen für die Gefäßinnervation verläuft ungekreuzt, wahrscheinlich im Vorderseitenstrange, den sie mit den vorderen Wurzeln erreicht. Für die Blasen- und Mastdarminnervation müssen wir nach den klinischen Beobachtungen eine doppelseitige Innervation annehmen.

Dieser Gesamtapparat ist auf die mannigfachste Weise mit weiter frontal liegenden Hirnteilen verbunden. Diese Verbindungen liegen alle in den Strängen, welche den Eigenapparat umgeben.

Lassen Sie uns zunächst zusehen, wie die Rezeptionen aus der

Körperoberfläche, den Muskeln und Gelenken etwa weiter geleitet werden.

Sie wissen, daß die Fasern der Hinterwurzeln entweder im Grau des Hinterhornes oder in den weiter frontal liegenden Hinterstrangkernen zunächst frei enden und erinnern sich auch, daß ein Teil von ihnen in die Stilling-Clarksche Säule eintrat.

An all diesen Stätten liegen Ganglienzellen, aus denen hirnwärts gerichtete Bahnen entspringen, und um diese Zellen zweigen die rezeptorischen Fasern auf, wie es auf Fig. 17 gut zu sehen ist.

Die Zellen in der grauen Substanz nahe und in den Hinterhörnern und die analogen in den Hinterstrangkernen senden alle ihre Axenzylinder über die Mittellinie durch die Commissura anterior in die Vorder- und Seitenstränge. Nach der Kreuzung wenden sich die Bahnen hirnwärts, um schließlich im ventralen Abschnitte des Thalamus zu enden. Dieser Tractus spinothalamicus ist im Rückenmarke nur dünn aber oben in der Oblongata, da wo ihm aus den Hinterstrangkernen mächtiger Zuwachs kommt, wird er recht mächtig. Dieser frontälere Anteil heißt Tractus bulbo-thalamicus. Er vereint sich erst in Brückenhöhe mit dem aus dem Rückenmarke kommenden Zuge zu einem seit Alters als mediale Schleife bezeichneten Bündel. Ich zeige ihnen in Fig. 51 beide Bündel im Ursprung und ersten Verlaufe und bitte Sie dann noch Fig. 99 nachzuschlagen, an der Sie sehen, wie die ganze gekreuzte Faser-masse der Gefühlsbahn sich nach langem Verlaufe in den Thalamus einsenkt.

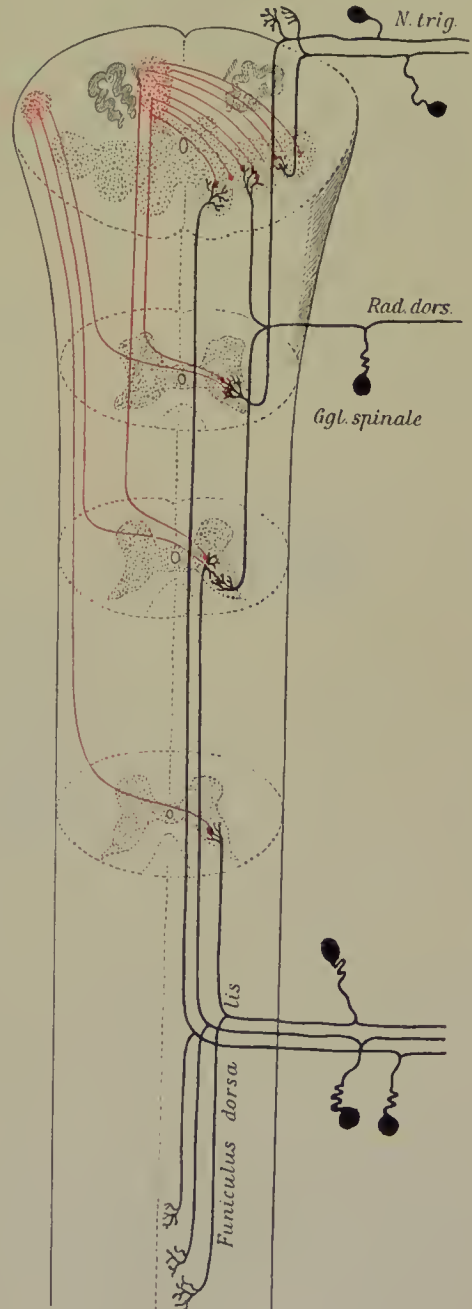


Fig. 51.

Verlauf der primären (schwarz) und der sekundären (rot) sensiblen Bahn. Die schwarzen Linien nach S. Ramon y Cajal.

Als wichtigstes Ergebnis wollen Sie behalten: Die aus den primären Endpunkten der Gefühlsbahn entspringenden Fasern kreuzen in die Vorder- und Seitenstränge und ziehen in diesen aufwärts zum Thalamus.

Mit diesem Verhalten der Bahnen stimmen die Erfahrungen ausgezeichnet überein, welche das Experiment und die Beobachtung am Krankenbette liefern. Wenn nämlich ein Rückenmark halbseitig durchschnitten wird, dann gehen unterhalb der Durchschneidungsstelle ein großer Teil der Gefühlsqualitäten, besonders die Schmerz- und Temperaturempfindungen verloren, und zwar nicht auf der gleichen Seite, sondern auf der gekreuzten.

Gleichzeitig mit der Läsion fällt natürlich das Areal der durchschnittenen Wurzel aus.

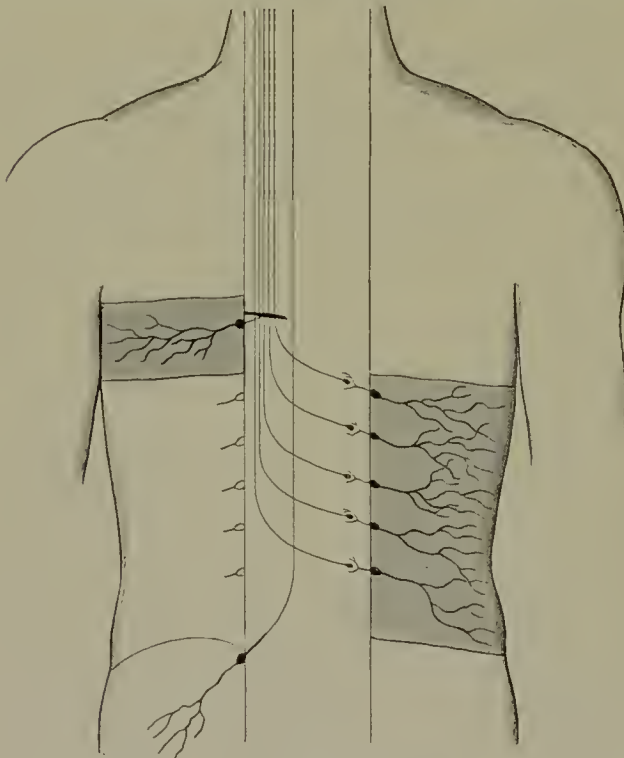


Fig. 52.

Schema einer Halbseitenläsion. Auf der Seite des Schnittes fällt das Wurzelareal der direkt durchschnittenen Wurzel aus, auf der gegenüberliegenden entsteht ausgebreitete Anästhesie, weil die gesamten von da zentralwärts ziehenden Bahnen unterbrochen sind.

zuweilen ist sie es auch nicht, außerdem sind wiederholt auf der Seite der Verletzung selbst Anästhesien, welche sich auf das ganze kaudaler liegende Gebiet erstrecken, beobachtet worden. Es scheint deshalb, als wäre die Bahn für Druck- und Tastsinn doppelseitig vertreten, gekreuzt und gleichseitig. Dann verläuft wahrscheinlich der ungekreuzte Teil in den Hintersträngen, der kreuzende durch die graue Substanz nach den Seitensträngen der anderen Seite.

Wenn wir der Einfachheit halber einen Augenblick annehmen, daß nur eine Art von rezipierenden Wurzelfasern existiere, so können wir uns leicht ein übersichtliches Schema wie in Figur 51 zeichnen, welches sehr lehrreich die Ausfallerscheinungen erkennen läßt, welche nach halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung auf sensiblem Gebiete beobachtet werden. Erkrankungen der Hinterstränge verlaufen mit geringen Störungen des Hautgefühles, es scheint immer das Muskelgefühl zu leiden. Die motorische Kraft erleidet

Auch nach Zerstörung der grauen Substanz, in welcher die Wurzel zu gutem Teile endet, tritt eine segmentäre Anästhesie auf der gleichen Seite ein. Sie erstreckt sich, wenn nur die graue Substanz des Hinterhornes erkrankt ist — bei intramedullären Blutungen, Syringomelie z. B. — im wesentlichen auf die Schmerz- und Temperaturempfindungen. Die Faserbahnen, welche die Tast- und Druckrezeptionen der Haut zum Rückenmarke leiten, müssen zunächst zum Teil in den Hintersträngen, zum Teil in der grauen Substanz verlaufen. Die Erfahrungen, welche man bei der Halbseitenläsion gemacht hat, sind merkwürdig ungleichmäßig. Meistens ist die gekreuzte Körperhälfte für die erwähnten Sinnesqualitäten unempfindlich, aber

durch Erkrankung der Hinterstränge keine Einbuße, wohl aber bis zu gewissen Grade der Muskeltonus.

Ein Teil der rezipierenden Bahnen gelangt, wie Sie erfahren haben, zur Aufsplitterung um die Zellen der Stilling-Clarkeschen Säule. Diese Zellen senden ihre Axenzylinder hinaus ganz in die Peripherie des Rückenmarkes, da biegen sie um und ziehen direkt hinauf in das Kleinhirn. Die Fig. 53 zeigt diesen Weg schematisch, in der Fig. 55 ist die markhaltige dunklere Randzone ganz von den Zügen dieser Tractus spino-cerebellares gebildet. In zwei Bündel geteilt treten sie in das Kleinhirn ein, wo sie zum Teile kreuzen. Man scheidet die ventraler liegenden als Tractus spino-cerebellares ventrales-Gowersches Bündel der Lehrbücher, von den dorsaleren ab.

Durch diese Bahn erlangt das Kleinhirn, von dem unsere Statik und die Regulierung der Grundbewegungen der Extremitäten und des Rumpfes zu gutem Teile abhängen, Wertzeichen von den Rezeptionen

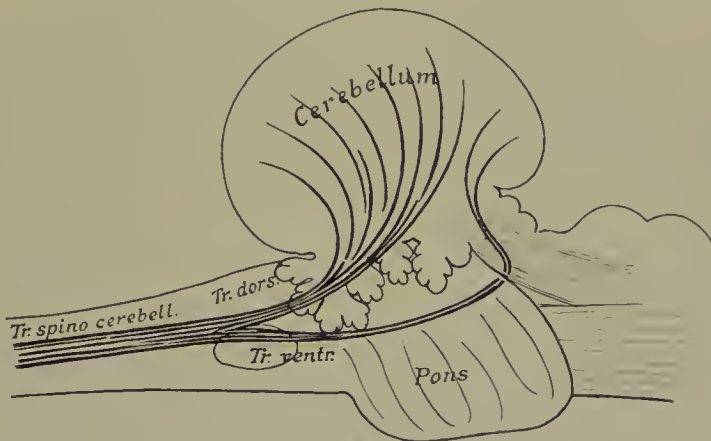


Fig. 53.

Die beiden Tractus spino-cerebellares in ihrem ganzen Verlaufe hirnwärts.

in der Peripherie. Ihre Durchschneidung macht ganz ähnliche Symptome wie Abtragung des Kleinhirnes, weil jenem dann fast alle Zuleitungen abgeschnitten sind.

Es ist schließlich wahrscheinlich, daß bei den Säugern wie bei den niederen Tieren Faserzüge aus dem Rückenmark in die Vierhügel hinauf gelangen. Tractus spino-tectales.

Als Wichtigstes wollen Sie behalten, daß die im Rückenmarke anlangenden Rezeptionen schließlich bis in den Thalamus und in das Kleinhirn gelangen.

Der Eigenapparat des Rückenmarkes kann aber von anderen Hirnteilen her auch erregt werden. Hier handelt es sich um Bahnen, die aus dem Großhirne, aus dem Kleinhirn und aus der Oblongata kaudalwärts ziehen. Man hat sie alle dadurch erkannt, daß sie entarteteten wenn die erwähnten Hirnteile, wo ja ihre Ursprungszellen liegen, erkrankten.

Die Bahn aus dem statischen Apparate der Oblongata, der Tractus vestibulo-spinalis liegt in der Peripherie der Vorderstränge und erreicht wohl von da den motorischen Apparat. Etwa in die Mitte der Seitenstränge gelangen Fasern aus einem großen unter den Vierhügeln liegenden Kerne, dem Nucleus ruber. Sie leiten irgendwie Kleinhirntätigkeit spinalwärts, denn in jenem Kerne endet der vordere Kleinhirnschenkel. Dieser Tractus rubro-spinalis ist nur ein dünnes Bündel. In die Seiten- und noch mehr in die Vorderstränge gelangen noch Fasern aus dem Mittelhirndache, Tractus tecto-spinalis. All diese sind kleine Bündelchen, die in ihrer funktionellen Bedeutung noch ganz unverstanden sind. Anders aber ist es mit einem Faserzuge, der bei Menschen sehr mächtig, aber auch bei den meisten Säugern vorhanden ist, mit dem Tractus cortico-spinalis.

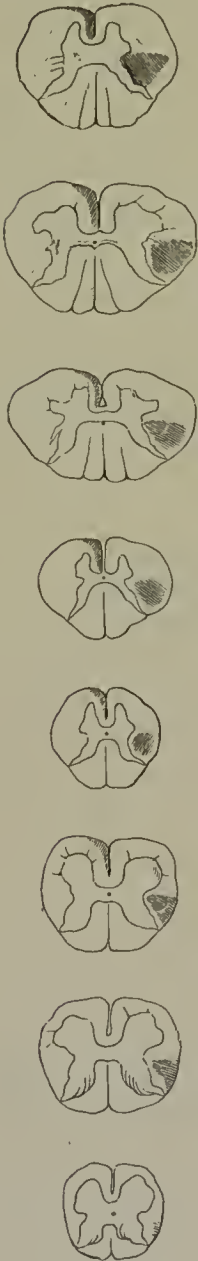


Fig. 54.

Sekundäre absteigende Degeneration der Pyramidenbahn nach einem Erkrankungsherd in der linken Großhirnhemisphäre.  
Nach Erb.

Der Tractus cortico-spinalis ist Ihnen in Fig. 36 bereits begegnet. Er ist nämlich der Anteil, den das Neencephalon in das sonst rein palaeencephale Rückenmark sendet und als solcher in Fig. 36 abgebildet. Durch ihn wird es erst möglich, daß das Endergebnis der zahllosen Assoziationen und anderen Leistungen der Hemisphären auf den Bewegungsapparat übertragen wird oder doch direkt übertragen wird; denn auf Umwegen über den Thalamus z. B. ist es auch dann noch möglich, wenn diese direkte Bahn etwa durch eine Erkrankung im Gehirne unterbrochen ist. Aus dem Markweiß der inneren Kapsel ziehen ihre Fasern in den Hirnschenkel, Fig. 67, dann durch die Brücke hindurch und legen sich dann an die ventrale Seite der Oblongata, jederseits ein dickes Bündel da bildend. Da dieses von Alters her Pyramide heißt, s. Fig. 71 ist auch die ganze Bahn schon als Pyramidenbahn bezeichnet worden. Am frontalen Ende des Rückenmarkes sieht man diese Oblongatapyramiden kreuzen und ihre Fasern zum größten Teile in die Seitenstränge des Rückenmarkes eindringen, zum kleineren bleiben sie auf der Seite des bisherigen Verlaufes liegen.

Da die Ursprungszellen in der Rinde liegen, so muß irgendeine Unterbrechung des Zuges im Rückenmark seine Fasern zum Schwunde bringen. So gelang es zuerst Türk durch Beobachtung der sekundären Degenerationen nachzuweisen, daß die in den Seitenstrang gelangenden Fasern, in dessen dorsalem Abschnitte ein eigenes Feld einnehmen. Vollständiger aber wurden wir erst durch Flechsig mit dem Tractus cortico-spinalis bekannt. Bei der Untersuchung des Ganges der Markscheidenentwick-

lung im Rückenmarke fand dieser ausgezeichnete Forscher, daß die Pyramiden und die ihnen entspringende Faserung noch zu einer Zeit marklos sind, wo ziemlich alle anderen Fasern des Rückenmarkes bereits ihr Markweiß besitzen. An einer größeren Anzahl von Föten kurz vor der Geburt und von Neugeborenen konnte er erkennen, daß aus der Pyramide nicht nur ein zum Hinterseitenstrang kreuzendes Bündel entspringt, sondern daß auch einige Fasern ungekreuzt längs des Medialrandes der Vorderstränge in das Rückenmark herabziehen. Er teilte deshalb den Tractus cortico-spinalis in eine Pyramiden-vorderstrang- und eine Pyramidenseitenstrangbahn. (Fig. 55 u. 59.)

Da, wie Sie wissen, die Markumhüllung eines Systemes sehr wesentlich von dessen Ingebrauchnahme abhängig ist, so dürfen wir vermuten, daß die Impulse, welche die Rinde dem Rückenmarke durch die Pyramidenbahn zuleitet, solche sind, die erst im nachembryonalen Leben allmählich in Betracht kommen.

Das Areal, welches die beiden Anteile des Tractus cortico-spinalis einnehmen, ist nicht immer das gleiche. Manchmal ist fast der ganze Zug ge-

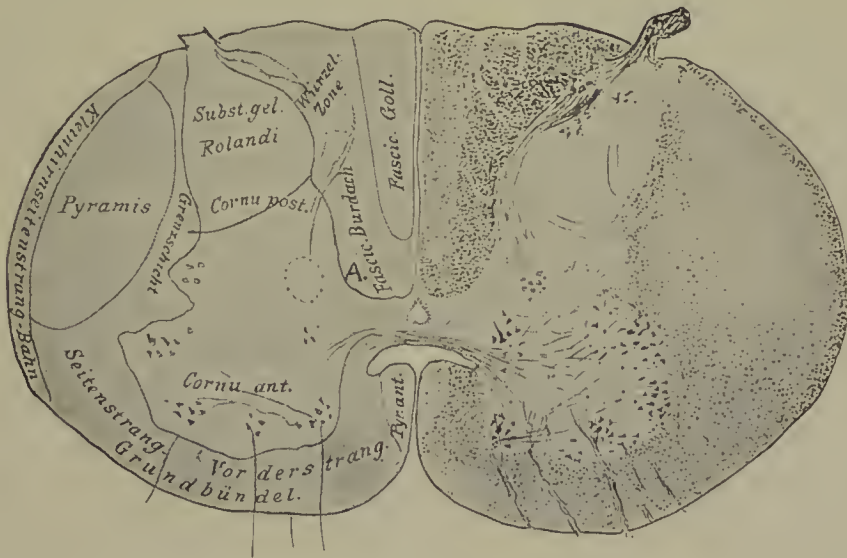


Fig. 55.

Querschnitt durch das Halsmark eines Neugeborenen. Die Pyramidenbahnen ohne markhaltige Fasern durchscheinend hell.

kreuzt, manchmal ist auch der ungekreuzte Zug am medialen Vorderstrangrande besonders stark. Die Kreuzung variiert und in ganz seltenen Fällen scheint sie ganz zu fehlen. Ziemlich regelmäßig entdeckt man bei der Untersuchung der Folgen alter Gehirnherde, daß auch in dem Seitenstrange, dessen Pyramide normal sein müßte, wenn unsere Darstellung richtig ist, ein guter Teil der Fasern entartet ist. Daraus ist zu schließen, daß auch zum Seitenstrange ungekreuzte Bündel treten. Es sind ihrer aber immer nur wenige. Jedenfalls steht der motorische Eigenapparat des Rückenmarkes unter dem Einflusse beider Gehirnhälften, wenn auch die zu ihm gekreuzte vorwiegt.

Der Zug kann im Rückenmarke bis in das untere Lendenmark verfolgt werden. Doch wird er immer kleiner je weiter rückwärts er gelangt. Er erschöpft sich in der grauen Substanz der Vorder- und Seitenhörner.

Die Pyramidenbahn endet im Eigenapparat, nahe den Ursprungszellen der motorischen Wurzeln.

Bei Tieren ist die Pyramidenbahn entsprechend der geringeren Ausdehnung der Großhirnrinde immer dünner als beim Menschen. Auch bei diesem enthält sie wahrscheinlich nur Fasern für diejenigen Muskeln, welche vorwiegend unter Inanspruchnahme der Rinde — also überlegt und eingeübt — gebraucht werden. Jedenfalls nimmt sie nach Abgabe des für die Innervation der oberen Extremitäten bestimmten Teiles erheblich ab, bleibt im Brustmarke wesentlich gleichstark und verliert nach Abgabe der Fasern für die Unterextremitäten so an Volum, daß sie im unteren Sacralmarke so gut wie verschwunden ist.

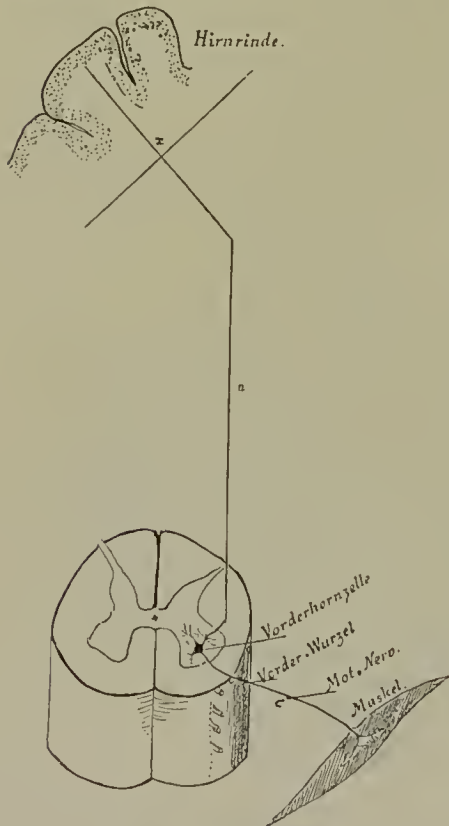


Fig. 56.

Schema der Innervation für einen Muskel.  
Bei \* Kreuzung des Tr. cortico-spinalis.

Wenn die graue Substanz der Vorderhörner von einem krankhaften Prozesse zerstört wird, dann tritt, ganz wie bei Zerstörung peripherer Nerven, Lähmung in den Muskeln ein, welche ihre Nervenfasern aus der betreffenden Stelle beziehen. Dieser Lähmung gesellt sich ungemein rasch Atrophie der gelähmten Muskeln zu. Auch darin ist sie der peripheren Lähmung ähnlich, daß die Muskeln auf den elektrischen Strom meistens bald so reagieren, als ob ihr zuleitender Nerv durchgeschnitten sei. Da der Nerv und seine Aufsplitterung im Muskel nur Ausläufer der Zelle sind, so bietet die Erklärung dieses Verhaltens keine Schwierigkeit.

Als ein Beispiel für Lähmung und Muskelschwund, wie sie nach Erkrankung der Vorderhörner auftreten, erwähne ich die „spinale Kinderlähmung“. Dort tritt ganz plötzlich komplette Lähmung einzelner Muskelgruppen auf, und rasch folgt ihr Schwund der Muskelsubstanz. Die Untersuchung des Rückenmarkes ergibt dann Erkrankungsherde, welche die graue Substanz der Vorderhörner getroffen haben. Auch die Nerven, ja die

Wurzeln selbst werden allmählich atrophisch.

Man wird aus dem geschilderten Symptomenkomplexe immer eine Erkrankung der motorischen Bahn erster Ordnung diagnostizieren dürfen.

Ganz andere Erscheinungen treten ein, wenn die motorische Bahn zweiter Ordnung, der Tractus cortico-spinalis unterbrochen wird.

Erkranken die Pyramidenbahnen, so werden bei Tieren die willkürlichen Bewegungen nur vorübergehend gestört, beim Menschen bleiben dauernd fast alle unmöglich. Außerdem geraten die gelähmten oder auch nur geschwächten Muskeln in dauernde Spannungszunahme, neigen zur Kontraktur und sind auf mechanische Reize sehr viel mehr als in normalem Zustande erregbar. Immer, wenn Sie diese Symptome allein oder einem anderen Symptomenkomplexe beigemischt finden, dürfen Sie mit aller Sicherheit eine Beteiligung der Pyra-



midenbahn an der Erkrankung annehmen. Nicht so selten hat einseitige Unterbrechung der Pyramidenbahn doppelseitige Erscheinungen von Parese und Spannungserhöhung der Muskeln zur Folge.

Es kommen Kombinationen von Erkrankung der primären mit solcher der sekundären motorischen Bahn vor. Die bestbeobachtete ist die amyotrophische Lateralsklerose. Hier entspricht den klinischen Erscheinungen: Parese, Spasmen, Muskelatrophie, der anatomische Befund: Erkrankungen der Pyramidenbahn und der Vorderhornzellen.

An dem vorstehenden Schema (Fig. 56), welches den Zusammenhang von zentraler und peripherer motorischer Bahn darstellt, können Sie sich diese Verhältnisse leicht einprägen: Eine Erkrankung, welche sich in der Linie  $xac$ ,

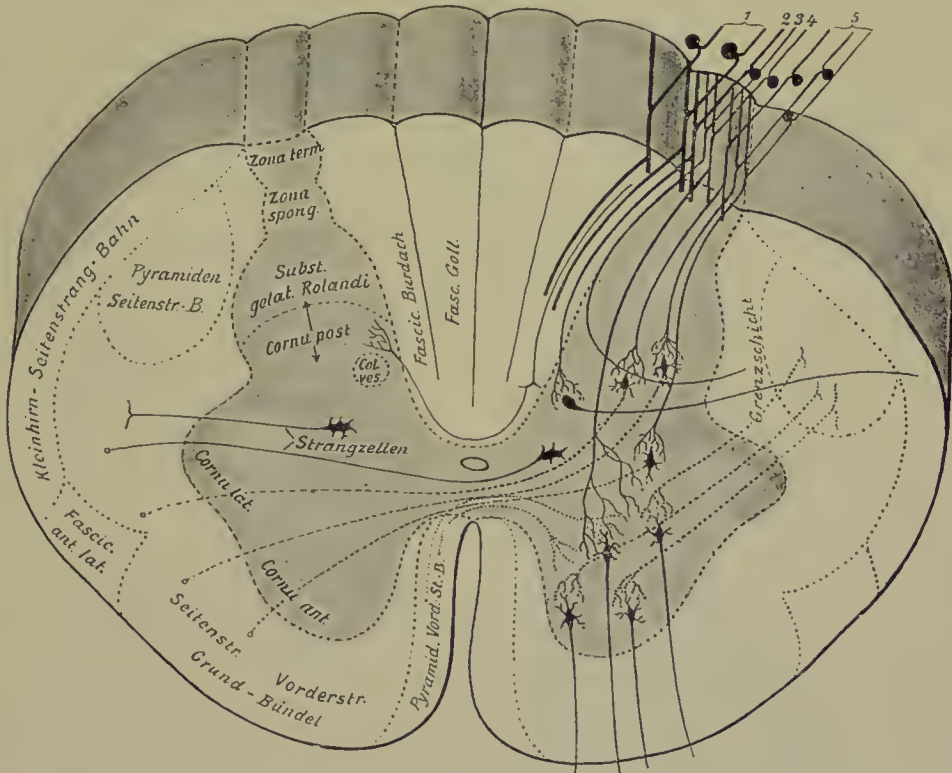


Fig. 57.

Schema eines Rückenmarksquerschnittes, in den der zentrale Verlauf einiger wichtiger Züge eingezeichnet ist. Man vergleiche auch die nicht schematische Fig. 55. Bahnen erster Ordnung ausgezogen, Bahnen zweiter Ordnung punktiert.

resp. in den von ihr repräsentierten Fasern lokalisiert, führt zur Lähmung. Wenn sie vor der Ganglienzelle die Leitung unterbricht, also bei  $x$  oder  $a$ , trägt sie den Charakter einer zentralen Lähmung ohne Atrophie und geht häufig dadurch, daß wahrscheinlich andere Bahnen für  $xa$  eintreten, in Besserung resp. Heilung über. Wird aber die Linie  $xac$  in der Ganglienzelle oder irgendwo in  $c$  unterbrochen, so tritt nicht nur Lähmung, sondern auch Schwund der gelähmten Fasern und Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln ein. Dadurch wird die Aussicht auf Wiederherstellung der gelähmten Partien eine sehr geringe. Zuweilen tritt nach langdauernder Unterbrechung von  $xa$  auch allmählich Beteiligung von  $c$  auf. Das ist aber selten. Unterbrechung der Bahn  $a$  führt auch zu absteigender Degeneration von der Unterbrechungsstelle bis zur Höhe des betreffenden Vorderhornes.

Nun haben Sie, meine Herren, die wichtigsten Elemente des Rückenmarks kennen gelernt und es ist an der Zeit, daß ich sie zu einem Bilde vereint Ihnen vorlege. Das will die Fig. 57, an der Sie nicht nur den Eintritt der Wurzeln und die assoziierenden Strangzellen des Eigenapparates angeben finden, sondern die auch durch punktierte Linien aufzeigt, wie der Leitungsapparat mit dem Eigenapparat verbunden ist. Wollen Sie an ihr das Eintreten der rezeptorischen Bahn in die Hinterstränge und in die graue Substanz, ihre sekundäre Fortsetzung in die

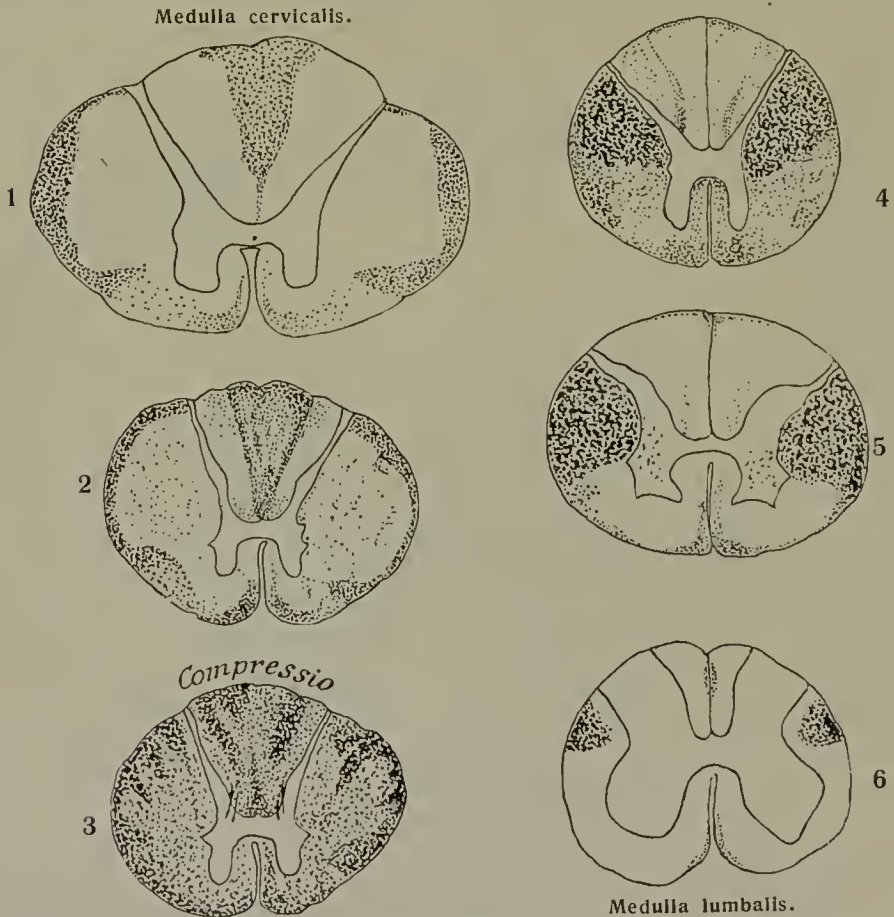


Fig. 58.

Kompression des Rückenmarkes in der Höhe des 7. Dorsalnerven. Aufsteigende Degeneration links, absteigende an den Schnitten rechts. Die Zerfallprodukte durch Übersmiumsäure (Marchimethode) geschwärzt. Nach Hoche.

Vorderseitenstränge und die Kleinhirnseitenstrangbahn studieren, dann die Ursprungskerne der motorischen Fasern aufsuchen und beachten wie zu ihnen Fasern aus dem Tractus cortico-spinalis, der Pyramidenbahn des Seitenstranges herantreten.

Dann erscheint es mir auch zweckmäßig Ihnen einmal die Abteilung zu demonstrieren, welche durch Erkrankungen des Rückenmarkes, die den ganzen Querschnitt trennen geschaffen wird. Wenn eine Abtrennung der Fasern von ihrem Ursprung stattgefunden hat, entarten alle bis auf die kurzen Bahnen, welche über oder unter der Trennungs-

stelle entspringen und enden. Die längeren Assoziationszüge in den lateralen Seitensträngen leiden natürlich auch. Benutzen wir diese Demonstrationen zu einer Gesamtrekapitulation der Faserung.

Fig. 58 demonstriert Ihnen Schnitte durch ein Rückenmark, das durch Caries des 7. Dorsalwirbels total komprimiert wurde. An der Stelle der Kompression ist die Entartung, wie sie durch die osmiumgeschwärzten Punkte sich verrät, ungleichmäßig fleckig. Rückwärts, nach dem Lumbalmarke zu, zerfallen dann die Pyramiden in ihren Vorder- und Seitenstrangbahnen, weil sie ja durch die Kompression von der Rinde abgetrennt sind. Dicht ventral von den Pyramiden, aber

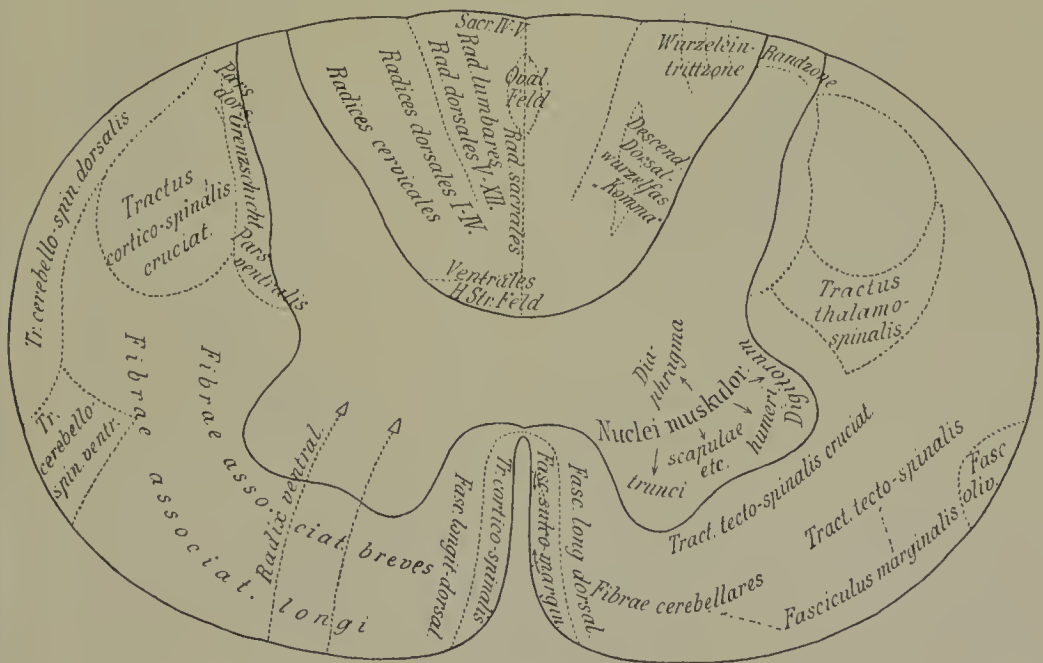


Fig. 59.

Übersicht der einzelnen Bahnen, welche auf einem Querschnitte durch das Halsmark abgeschieden werden können. Im wesentlichen nach den Ergebnissen der Entwicklungsgeschichte und der sekundären Degenerationen.

hier nicht deutlich abgeschieden, sind die Tractus rubro-spinales entartet. Am Rande der vorderen Inzisierung treffen wir auf die Züge des Tractus vestibulo-spinalis. Hirnwärts von der Unterbrechungsstelle entarten zunächst die direkten Fasern aus den Spinalganglien, also der größte Teil der Hinterstränge und dann die sekundären Züge aus den primären Endstätten von Dorsalwurzeln. Das sind die ventrale und dorsale Bahn zum Kleinhirn am Rande der Seitenstränge und ihr dicht angelagert, nur durch zerstreute Punkte kenntlich, der Tractus spino-thalamicus. Auf den nächsten Schnitten, dicht vor und dicht hinter der Unterbrechungsstelle, sind natürlich eine Menge Assoziationsbahnen entartet, weiter weg von ihr sind nur noch die ganz langen hierher gehörigen Züge nahe der Rückenmarkperipherie untergegangen.

### Schlußübersicht.

Nun, meine Herren, nachdem Sie mit mir den langen Weg gewandert sind, der alle die Einzelbestandteile des Rückenmarkes vorführte, wird der Wunsch bestehen, noch einmal einen Blick auf das Ganze zu werfen. Lassen Sie uns am Schlusse dieser Vorlesung über das Rückenmark einmal in Fig. 59 einen idealen Querschnitt betrachten, in den die meisten Einzelstränge, welche wir heute einigermaßen sicher kennen, auch in unserem Texte nicht erwähnte eingezeichnet sind.

Das Bild von den wichtigsten Faserbahnen im Rückenmark, das ich Ihnen heute vorlege, könnte noch um vieles feiner ausgeführt, noch mit manchem hochinteressanten Detail verziert werden. Schon sind wir aber an so manche Stelle geraten, wo unser Wissen unsicher wird, und getreu der Grenze, die diese Vorlesungen sich stecken mußten, will ich da abbrechen, wo die Fälle eruiert Details und sich widersprechender Meinungen der Autoren noch nicht gestatten, dem Lernenden präzise Bilder vorzuführen.

In der Vorrede zu seinem großen Werke über den Bau des Rückenmarkes sagt Stilling: „Wir dürfen, um mit dem edlen Burdach zu reden, nicht vergessen, daß wir bei der Erforschung des Rückenmarkbaues in ein Wunderland reisen, welches wir noch so wenig wahrhaft kennen: so mögen wir nur auf Ströme und Berge den Blick heften, um eine klare Übersicht des Ganzen zu erlangen, und es den Nachfolgern überlassen, jeden Bach zu verfolgen und bei jeder Anhöhe zu verweilen“. Über 50 Jahre sind verflossen, seit mit jener Vorrede eines der inhaltsreichsten Bücher in die Welt ging, mit dem je die anatomische Wissenschaft beschenkt wurde, und noch sind wir gar weit von dem Ziele entfernt, noch lange wird es dauern, bis jene Generalstabkarte wird gezeichnet werden können, von der Burdach und Stilling träumten.

## Siebente Vorlesung.

### Das verlängerte Mark.

Am oberen Ende des Rückenmarkes verlagern sich die weißen Fasern, welche es zusammensetzen, in mannigfacher Weise, die Ausdehnung und Form der grauen Substanz ändern sich erheblich, neue Anhäufungen von Glia und Ganglienzellen treten auf und rasch wird das Ihnen jetzt wohlbekannte Bild des Rückenmarksquerschnittes verwischt, namentlich wird es undeutlich, wenn dicht über dem Rückenmarksende mitten in die Seitenstränge die *Oliva inferior*, ein graues, vielfach gefältetes, ganglienzellenreiches Blatt sich einschiebt, wenn der Zentralkanal, immer weiter nach hinten rückend, zur Rautengrube sich erweitert.

An dem Übersichtsbild der ventralen Oblongataseite, das ich zunächst vorlege, erkennen Sie zunächst, daß in der Verlängerung der Vorderstränge des Rückenmarkes die dicken Stränge der Pyramiden

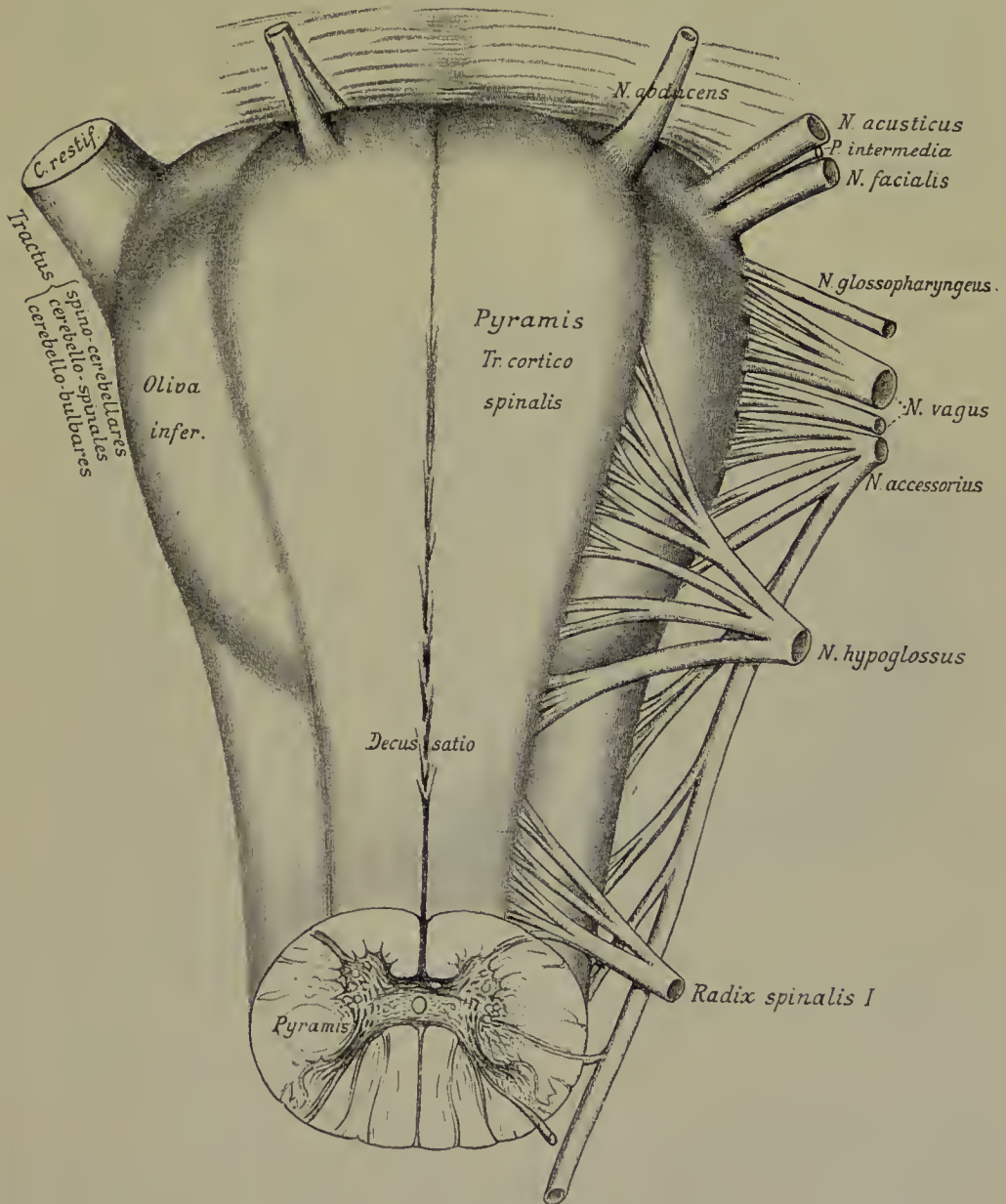


Fig. 60.

Die Medulla oblongata des Menschen.

Der Querschnitt unten geht durch das Ursprungsgebiet des ersten Cervikalnerven.

auftreten. Ihre Fasern stammen aus den Vorder- und Seitensträngen des Markes, wo wir ihnen bereits als Tractus cortico-spinales begegnet sind. Die Vorderstrangbahn gelangt, wie Sie wissen, direkt in die gleichseitige Pyramide. Die Seitenstrangbahn aber kreuzt hintüber zur ander-

seitigen. Etwas von dieser Kreuzung sehen Sie schon an der Oberfläche, wenn Sie die vordere Rückenmarkspalte hirnwärts verfolgen.

Nun lege ich Fig. 61 einen Schnitt durch die Kreuzungsstelle: Wollen Sie den vergleichen mit dem Rückenmarkschnitt unten an Figur 60, dann sehen Sie, wie die aus dem Seitenstrangareal kommenden Fasern sich, die Vorderhörner abschneidend, zu den schon im Vorderstrang liegenden Tractus cortico-spinales hinüber begeben und wie so der an der Basis der Fig. 60 deutliche Strang sich entwickelt.

Auch im Eigenapparate treten nun große Lageverschiebungen ein. Die Spitze des Hinterhornes rückt ventralwärts, in den von der weg-

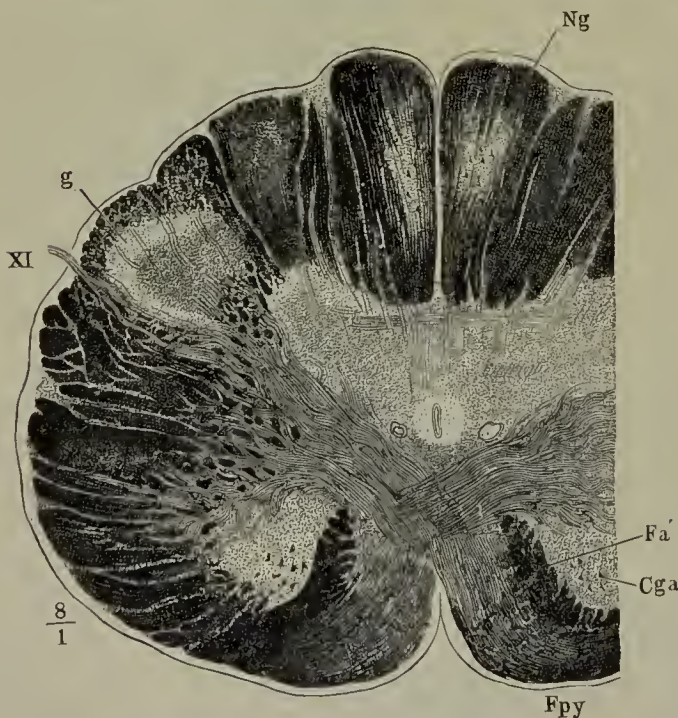


Fig. 61 (nach Henle).

Querschnitt des verlängerten Markes durch die Pyramidenkreuzung. *Fpy* Pyramidenstrang, *Cga* Vorderhorn, *Fa'* Vorderstrangrest, *Ng* Nucl. func. gracilis, *g* Subst. gelatinosa, *XI* N. accessorius.

gezogenen Pyramide freigewordenen Raum. Sie nimmt hier keine Cervicalnerven mehr auf. Was in sie mündet, das sind Fasern, die weither von vorn kommen, aus dem Ganglion Gasseri. Die Zellen dieses Ganglions senden ja nach der Peripherie den Trigeminus, in die Oblongata und das Rückenmark aber senden sie ihre Wurzelfasern und diese münden auf drei Zentimeter Länge immer in die Substantia gelatinosa. Wir wollen deren nun sehr großen und auf allen Schnitten bis zur Brücke sichtbaren Querschnitt (*g* der Fig. 61), der immer von einem

dunklen Halbmond absteigender Trigeminusfasern umgeben ist, von jetzt an als Nucleus terminalis Nervi V. bezeichnen.

Wenn Sie nun einmal eine Oblongata von der Dorsalseite betrachten, Figur 34, dann sehen Sie, daß am frontalen Ende die Hinterstränge auseinander weichen und in der Tiefe den hier breiter werdenden Boden des Rückenmarkskanals sichtbar werden lassen. Was diesen Kanal dorsal bedeckt, das verdünnt sich in dieser Höhe zu einem vielgefalteten Plättchen, dem Plexus ventriculi quarti. Denn die Erweiterung des zentralen Hohlraumes, der wir hier oben begegnen, ist der Ventriculus quartus. An seinem Boden müssen wir den Ihnen vom Rückenmark her nun wohlbekannten Eigenapparat begegnen.

In den Hintersträngen sind jetzt Verdickungen aufgetreten, es sind die Ihnen bereits früher genannten Kerne der Hinterstränge, dieselben, in denen die aufsteigenden Dorsalwurzelfasern enden. Der medialere heißt Nucleus funiculi gracilis, der laterale Nucleus funiculi cuneati. Sie lagern sich mitten in die Stränge ein und in ihnen erschöpfen sich allmählich die Hinterwurzelfasern. Auf Fig. 61 sind sie schon zu sehen, etwas weiter frontal, auf dem Fig. 62 abgebildeten Schnitte sind die Wurzelfasern des medialeren Hinterstranges fast alle schon in den großen Kernen verschwunden. Aber aus den

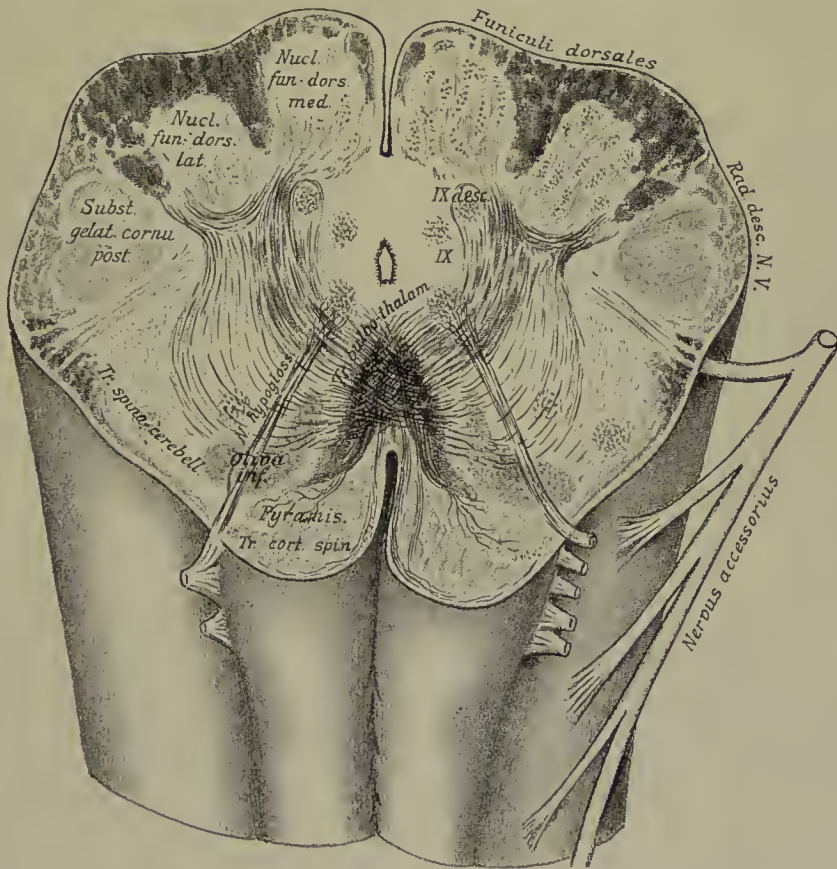


Fig. 62.

Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus dem 9. Monate. Die Kreuzung aus den Hinterstrangkernen markhaltig.

Kernen entwickelt sich nun eine neue Bahn, die in prachtvollen Bogenfasern die ganze Oblongata durchquert in deren Mittellinie kreuzt und nun beiderseits von dieser als dicke hirnwärts ziehende Bahn zu sehen ist. Es ist der Tractus zum Thalamus, der Tractus bulbothalamicus, der bereits früher schon nach seinem Wesen geschildert wurde. Fig. 100. Seine Querschnitte heißen von früher her Olivenzwischen-schicht, weil sie zwischen den Oliven liegen. Das sind große vielgefaltete Ganglien, die mit ihren Nebenganglien, den Nebenoliven schon außen an der Oblongata mächtige Hervorragungen

schaffen wie an Fig. 60 zu sehen ist. Auf dem Schnitt Fig. 62 sind sie noch ganz klein, wenn sie aber ca. einen Zentimeter weiter frontal ihre volle Dicke erreicht haben, dann ist das typische Bild des Oblongataquerschnittes zustande gekommen. Fig. 63 zeigt das Ihnen. Jetzt liegen die Tractus cortico-spinales ganz ventral fertig gekreuzt, dorsal von ihnen ist die hohe Schicht der Tractus bulbo-thalamici und ganz dorsal außen liegen noch kleine Reste der Hinterstrangkern, an denen sich die Dorsalwand des zentralen Hohlraumes eben zur Membrana chorioidea verdünnt, um den Plexus chorioideus Ventr. IV zu bilden.

Der ganze Eigenapparat, den Sie vom Rückenmark her kennen, ist nun weithin nach hinten gedrängt und in seiner früher schmetterling-

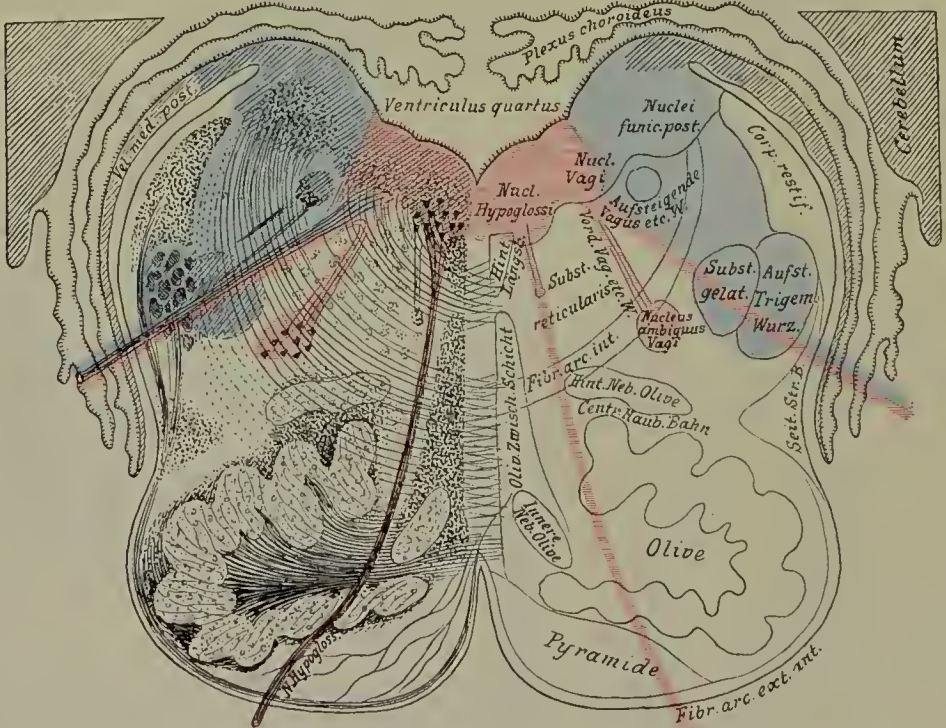


Fig. 63.

Schema der Anordnung des Oblongataquerschnittes. Pars sensoria blau, Pars motoria rot.

flügelartigen Figur gar nicht mehr zu erkennen. Aber da hier alle motorischen Kopfnerven entspringen und alle sensiblen aus ihren Ganglien — Ganglion jugulare, Glossopharyngei-Gasserii — enden, so müssen wir jetzt untersuchen, wo diese Stätten liegen, die wir am Rückenmarke in einfacher Anordnung kennen gelernt haben.

In der obigen Figur sind die Endstätten der sensiblen Nerven blau, die Ursprungsstätten der motorischen rot gefärbt. Da sehen Sie denn sofort, daß durch die Umlagerung der Bahnen und die Verbreiterung des Zentralkanales eine Art Aufbiegen der Schmetterlingsfigur stattgefunden hat, derart, daß die nach hinten gestreckten Hörner nun lateral herunter gebogen sind. Noch liegen die Vorderhörner am alten



Platze, nur eine Kerngruppe hat sich ventralwärts von ihnen getrennt. Diese entsendet die Fasern des Nervus accessorius, die Vorderhörner selbst senden den Nervus Hypoglossus aus, dessen Wurzelfasern jetzt einen weiten Weg durch die ganze Oblongatadicke hindurch haben. Die Wurzelfasern aus der Accessoriuskernsäule ziehen gar nicht mehr direkt hinaus, sie treten erst dorsalwärts, machen dann ein Knie und wenden sich lateral.

Diese Kernsäule, welche hier den Accessorius abgibt, erstreckt sich weithin frontalwärts, bis dahin, wo die Kaumuskel Fasern des Trigemini abgehen, die ihr auch entstammen. Unterwegs gibt sie dem Vagus motorische Fasern — hier heißt sie Nucleus ambiguus s. Fig. 63. und bildet auch den Nucleus nervi facialis.

Der mediale Teil des Vorderhornes bleibt langhin als Hypoglossuskern bestehen, dann hört er für eine Strecke auf, um noch einmal wieder genau an gleicher Stelle als Abgangskern für den Abducens aufzutreten.

Auf der Grenze zwischen Vorder- und Hinterhörnern findet man das ganze Rückenmark hindurch die Zentren für die viscerale Innervation. Auch hier oben in der Oblongata ist es so, aber diese Zentren sind nun sehr mächtig geworden, es sind die motorischen und sensiblen Vaguskerne.

Noch weiter lateral gelangen wir in Fig. 63 dann in das Areal der sensiblen somatischen Endstätten. Hier liegen dann noch die Endkerne der Hinterstränge, die Trigeminiwurzel und absteigende Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln.

Das Lageprinzip ist als gar nicht so sehr geändert, wie es zunächst den Anschein hat.

Die Oblongatakerne liegen ganz wie die Rückenmarkkerne, nur ist durch die mächtige Umlagerung der Fasern und die Erweiterung des Zentralkanales eine Abflachung der für den Eigenapparat des Rückenmarkes typischen Figur zustande gekommen. Auch ist ebendadurch alles mehr dorsal gerückt.

Der Accessorius innerviert außer dem Sterno-cleido-mastoideus und einem Teil des Trapezius bekanntlich durch einen peripher mit dem Vagus verlaufenden Ast, den Laryngeus inferior, die Stimmuskeln. Es ist viel darüber gestritten worden, ob die Kerne dieses letzteren Anteiles im Vagus- oder im Accessoriuskerngebiete liegen. Am einfachsten ist die Auffassung, daß es sich hier um einen eigenen zum Accessorius tretenden motorischen Nerven handelt. So ist es auch in Figur 64 dargestellt, die Ihnen die ganze Vagus-Accessoriusgruppe von oben gesehen darstellt. Sie sehen an ihr auch, daß in den sensiblen Vaguskernen auch motorische Zellen liegen. Sie sind eben ein viscerosensorischer und visceromotorischer Apparat, wie das auch aus den neben an die Figur geschriebenen mannigfachen Funktionen der einzelnen Vagusbündel hervorgeht.

An dem frontalen Ende des Vaguskernes tritt ein Teil der Wurzelbündel des Nervus glossopharyngeus ein, ein anderer, der größere, endet weiter kaudal, als absteigendes Bündel.

Diesem absteigenden Bündel liegt auf die ganze Länge ein rundlicher Endkern an. Man bezeichnet diesen Komplex als Fasciculus solitarius. Er ist schon ganz nahe am Rückenmark vorhanden und

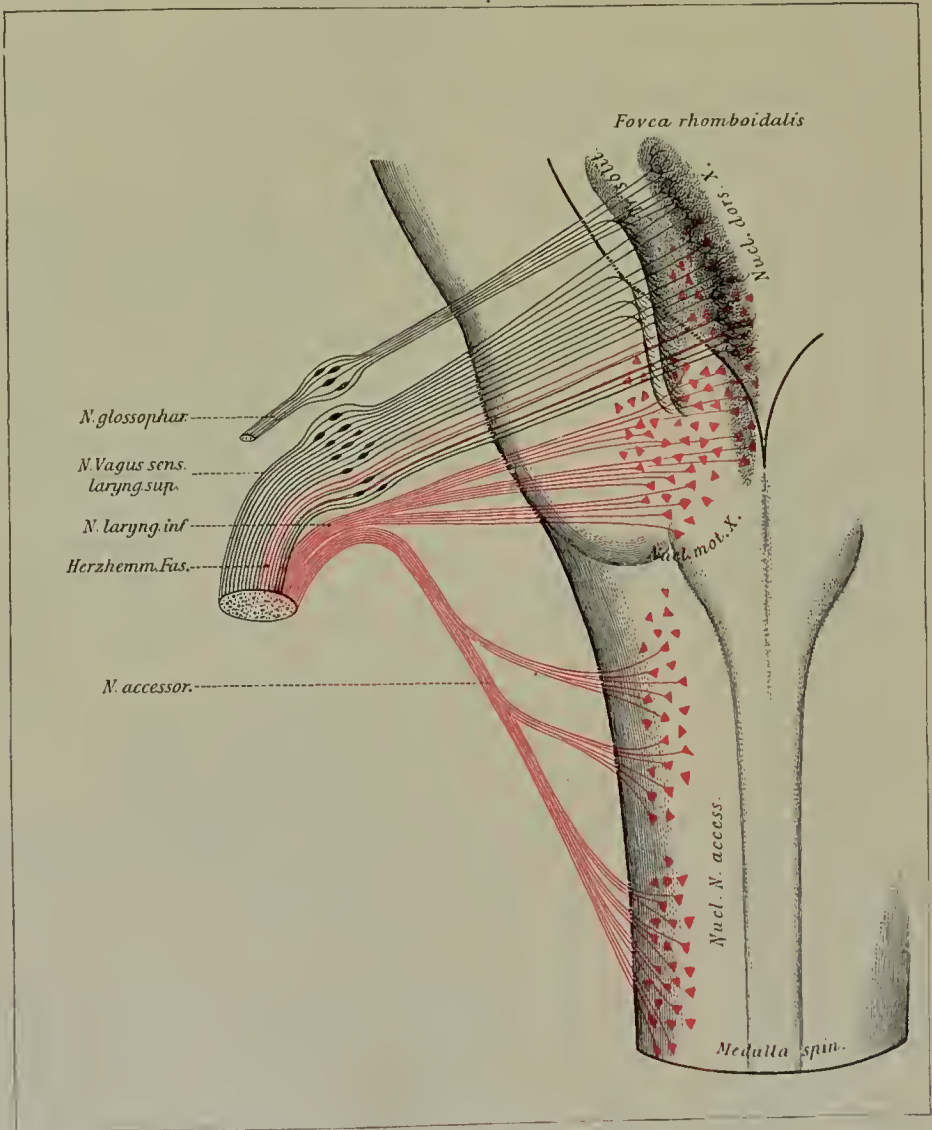


Fig. 64.

Der Ursprung des Nervus Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius beim Menschen. Halbschema.

reicht hirnwärts bis zur Mitte der Brücke. Dieser lange dünne Endkern scheint der zentrale Kern für die Geschmacksrezeptionen zu sein, denn ganz frontal nimmt er einige Trigeminafasern, weiter kaudal die Fasern der Chorda tympani — sie heißen hier als Wurzel Nervus intermedius — und hinten schließlich den typischen Geschmacksnerven, den Glossopharyngeus auf.

Jetzt wo Sie die Hirnnervenkerne zumeist kennen gelernt, jetzt werfen Sie einen Blick auf den Boden der Rautengrube, wie ihn Fig. 66 zeigt, um zu sehen, wie in der Aufsicht hier in engstem Raume die wichtigsten Eigenapparate beisammen liegen. Der Vagus Kern schimmert als grauer Flügel — *Ala cinerea* — in der Fovea vagi durch, der einzigen Stelle, wo er nicht medial vom Hypoglossuskern und lateral von dem noch nicht beschriebenen Endkern des Hörnerven bedeckt ist. Beim Anblick dieser Figur wird Ihnen auch sofort klar, warum ein einziger Stich in den kaudalen Rautengrubenboden Herz und Atmung lähmend das stärkste Tier sofort darniederschmettert.

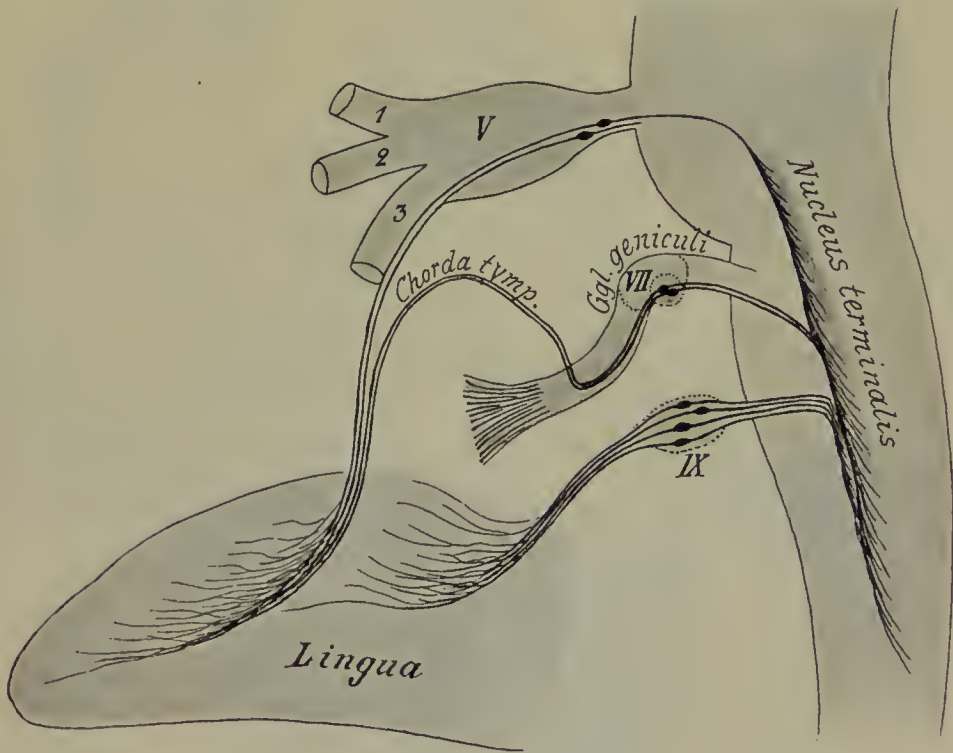


Fig. 65.

Die zentralen Endigungen der Geschmacksnerven.

Aus dem Rückenmarke kennen Sie noch das Prinzip der Assoziationszellen, der Zellen, welche mit mehrgeteiltem Fortsatze verschiedene Längen des Eigenapparates in sich verbinden. Dieser Assoziationsapparat ist nun in der Oblongata ganz enorm ausgebildet, denn nirgendwo liegen ja so viel Zentren, die gemeinsame Arbeit verlangen, beisammen als an dem Orte des Nervensystems, von dem aus Herzschlag, Atmung, Schlucken und so manches andere regiert werden. Es ist deshalb ventral von der Kernregion, zwischen dieser und der Olive, s. Fig. 63, ein ungeheures, gewöhnlich als *Substantia reticularis* bezeichnetes Areal entstanden, das fast ganz aus solchen Assoziationsbahnen besteht. Aus ihm gelangen Faserzüge hinauf, him-

wärts und hinab bis in den oberen Teil des Rückenmarkes. Das gesamte Oblongatagrau wird seit Meynerts großen Arbeiten als Tegmentum, Haube bezeichnet und deshalb wollen wir den mächtigen Assoziationskern als Nucleus motorius tegmenti bezeichnen.

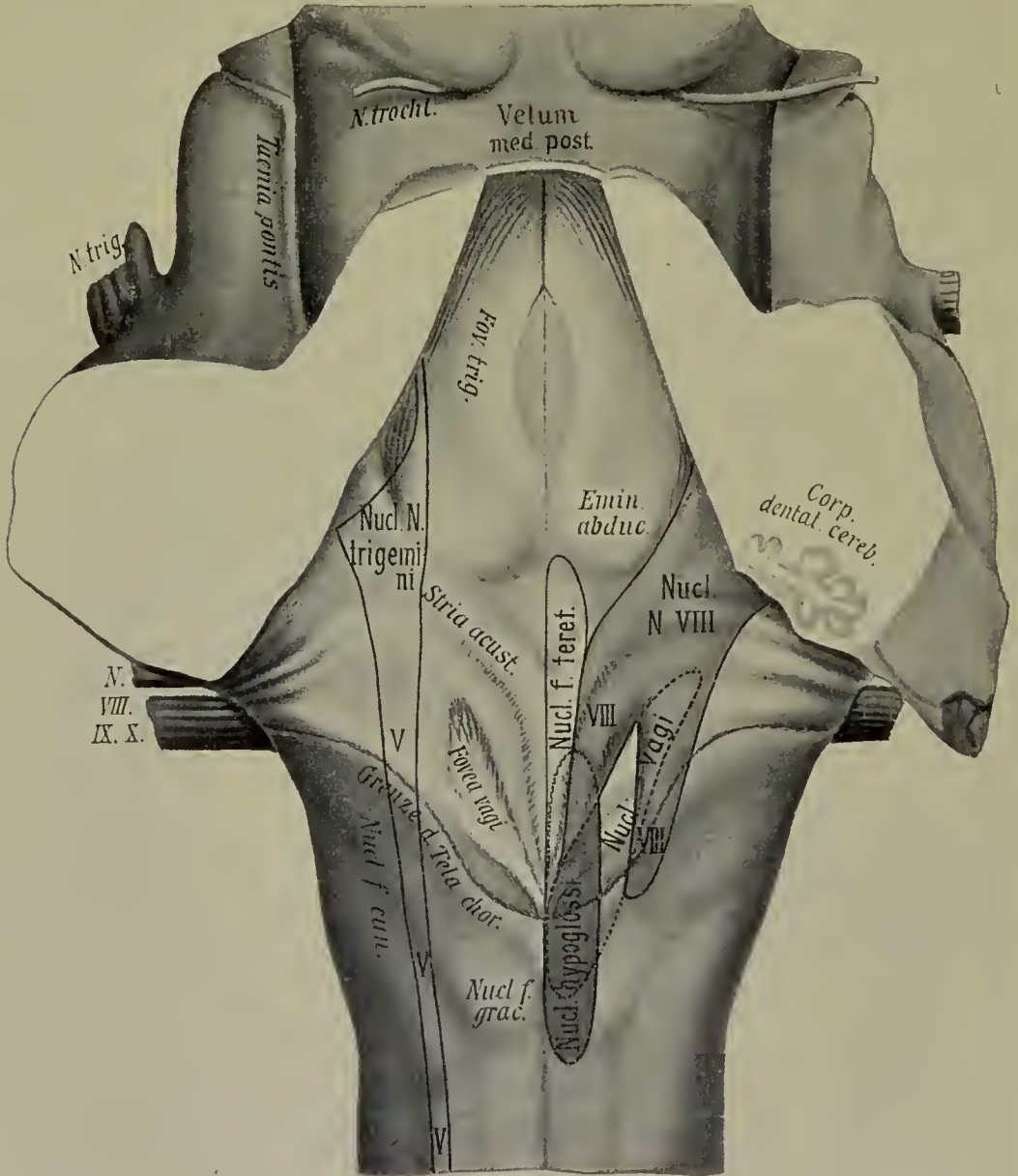


Fig. 66.

Der Boden der Rautengrube. Die Kernlängen an Schnitten kontrolliert, nach Streeter etwas modifiziert.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß innerhalb der Formatio reticularis diejenigen Verbindungsfasern verlaufen, welche Facialis-, Vagus und Phrenicuskerne zu gemeinsamer Tätigkeit bei der Atmung assoziieren. Ebenso sind dort Faseranordnungen gegeben, welche sehr wohl den Beziehungen zugrunde liegen können, welche zwischen Herzaktion und Atmung bestehen.

Zum Eigenapparat gehört schließlich noch: die Olive, Nucleus olivaris inferior, ein Hohlkörper von der Form eines Eies etwa, dessen Oberfläche außerordentlich stark gefaltet ist. Medialwärts hat sie einen langen, breiten Spalt — Hilus nucleii oliv. Den vielgefalteten Querschnitten sind Sie bereits auf manchen Schnitten begegnet, die ich Ihnen vorgelegt habe. Die Olive hat frisch eine graue, durchsichtige Färbung, weil sie wesentlich aus dichter Glimasse besteht, in die vielverästelte Ganglienzellen eingelagert sind. Diese Zellen senden einen langen Stammfortsatz zum Cerebellum und um sie herum verzweigen sich die Endpinsel verschiedener anderer Faser-

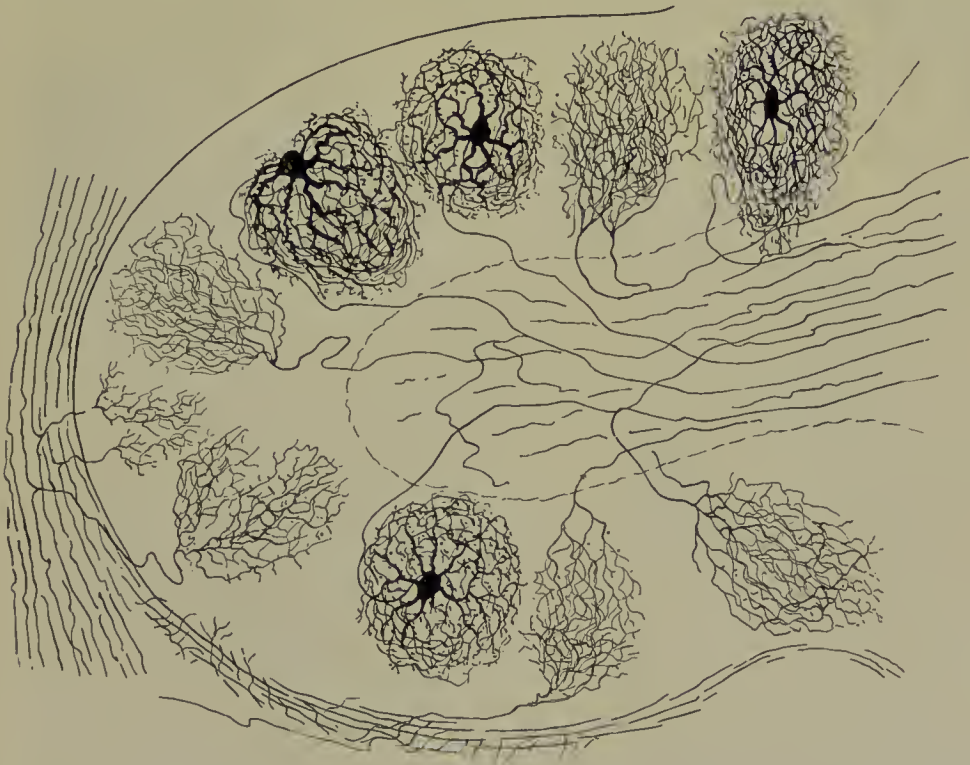


Fig. 67.

Übersicht über den Bau der Olivenwand. Kombiniert aus Zeichnungen S. Ramon y Cajals.

systeme, besonders solche aus dem oberen Rückenmark, dem Kleinhirne und aus dem Thalamus.

Die starke Ausbildung der Olive beim Menschen und den Primaten, die ganz geringe bei auf kurzen Beinchen einhergehenden Säugern, läßt daran denken, daß die Olive irgend etwas mit dem aufrechten Gange zu tun hat.

Lateral sowohl als dorsal von der Olive liegen die innere und hintere Nebenolive, Kerne, die ähnlich gebaut sind, wie die Oliven, und wie diese von den Fibrae arcuatae durchbrochen werden.

So hätten wir im wesentlichen kennen gelernt, was den Eigenapparat der Oblongata ausmacht. Ehe wir uns nun zu den Verbindungen desselben wenden, wollen wir einmal zusehen was er allein

leisten kann. Der Zufall, den pathologische Prozesse schaffen, kommt uns hier zu Hilfe. Man hat manchmal Gelegenheit, menschliche Mißbildungen eine Zeitlang lebend zu beobachten, bei denen Zwischenhirn und Großhirn ganz fehlen. So besaß eine von Sternberg beobachtete Frucht nur ein Rückenmark und das Grau des Hinter- und Nachhirnes; die frontalsten noch erhaltenen Gebilde lagen dicht kaudal von den hinteren Vierhügeln. Sie schrie kräftig, saugte beim Einführen der Finger in den Mund, ja ließ dadurch ihr Schreien stillen. Die Lider konnten bis zu gewisser Höhe spontan geöffnet werden, sie schlossen sich auf Reize, auf Berühren oder Kitzeln der Nasenschleimhaut. Machte man dem Wesen „unangenehme Eindrücke“, bewegte man seine Extremitäten, berührte man es mit der Nadel oder mit Eis, so verzog es die Miene, ja es kam gelegentlich zu röhrenartigem Vorstrecken der

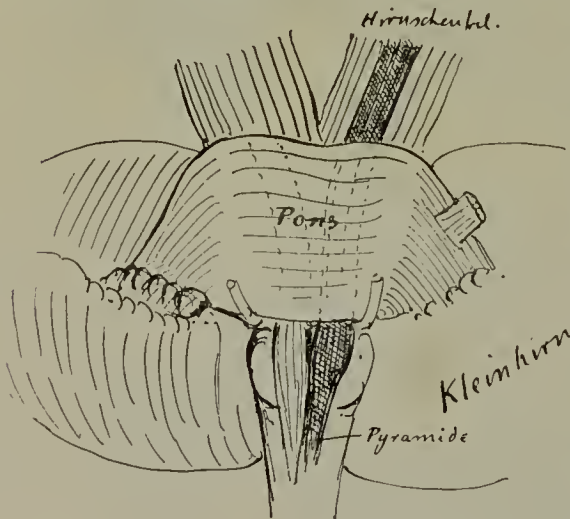


Fig. 68.

Entartung der linken Pyramide nach einem Herd, im Großhirn.

Man sieht, wie viel von dem, was man leicht zu den wirklich höheren seelischen Tätigkeiten rechnet, schon im Mechanismus der Oblongata und des Rückenmarkes begründet ist. Diese enthalten den vollständigen Apparat, welcher für die Verarbeitung ankommender Reize zu motorischen Äußerungen notwendig ist, alles auch, was den vitalen Funktionen, der Atmung, der Herzaktion usw. dient. Fehlen der Großhirnzüge zum Rückenmark, ja ihr Untergang macht nicht lahm, es wird nur die Möglichkeit zu komplizierteren Funktionen dadurch verloren. Die Oblongata enthält den ganzen Sprech- und Schreiapparat, sie ist es, welche den ersten Schrei des Kindes mechanisch ermöglicht, aber erst durch die Tractus cortico-bulbares gelangen in sie Erregungen aus der Sprachregion der Rinde. Untergang dieser Bahn macht nicht stumm, aber er vernichtet beim Menschen die Fähigkeit zur Rede.

Der Eigenapparat der Oblongata wird umgeben von den Faserbahnen, welche aus höheren Zentren zum Rückenmarke oder vom Rückenmark frontalwärts ziehen. Die Tractus cortico-spinales, die Pyra-

Lippen, Schnauzenbildung, wie es auch andere Säuglinge unter gleichen Umständen als Unlustausdruck von sich geben. Das Kind seufzte auch deutlich, wenn die Hand mit Eis berührt wurde. Zu den Rückenmarkreflexen muß wohl gerechnet werden, daß es den hingestreckten Finger umschloß.

Man sieht, wie viel von dem, was man leicht zu den wirklich höheren seelischen Tätigkeiten rechnet, schon im Mechanismus der Oblongata und des Rückenmarkes begründet ist. Diese ent-

miden kennen Sie bereits. Wie sie sich unter teilweiser Kreuzung aus dem Rückenmarke entwickeln, das hat Fig. 61 gezeigt. Bis frontalwärts in die Brücke lassen sich die Bündel verfolgen. Dort tauchen sie, Fig. 68, in die Tiefe und werden von den Brückenfasern in viele Einzelbündel gespalten. Erst am frontalen Brückenrand kommen sie wieder zum Vorschein, um dann in den Hirnschenkeln zur Rinde zu ziehen.

Am frontalen Brückenende, ja schon innerhalb des Hirnschenkels, sondern sich von den Bahnen, welche für die motorischen Kerne des Rückenmarkes bestimmt sind, diejenigen ab, welche zu den Oblongata-



Fig. 69.

Schnitt durch die Oblongata auf der größten Breite der Olivenhöhe.

kernen ziehen, die Sprach- und Schluckbahn also. Dieser Tractus cortico-bulbaris tritt, kaudalwärts ziehend, immer weiter dorsal und gibt mit einzelnen Bündeln in der Mittellinie kreuzend, dem Facialiskern, dem Hypoglossuskern und wahrscheinlich auch dem Accessoriuskern Züge ab.

Die lateral zum Kleinhirne ziehenden Kleinhirnseitenstrangbahnen aus dem Rückenmarke sind Ihnen sicher noch erinnerlich. Suchen Sie deren Lage in Fig. 69 auf. Ventral und etwas weiter medial, da wo der dorsale Rand der Olive heraustritt, liegen dicht an den Kleinhirnbahnen die Fasern des Tractus spino-thalamicus. Mit einem Teil der ersteren zusammen bilden sie das in Fig. 63 als Seitenstrangbündel bezeichnete jetzt Tractus antero-lateralis ascendens genannte

Areal. Die Rückenmark-Kleinhirnbahnen wenden sich, wie das auf Fig. 69 ganz gut zu sehen ist am Außenrande der Oblongata dorsalwärts zum Cerebellum, das ja gerade über der Oblongata liegt. Hier nun

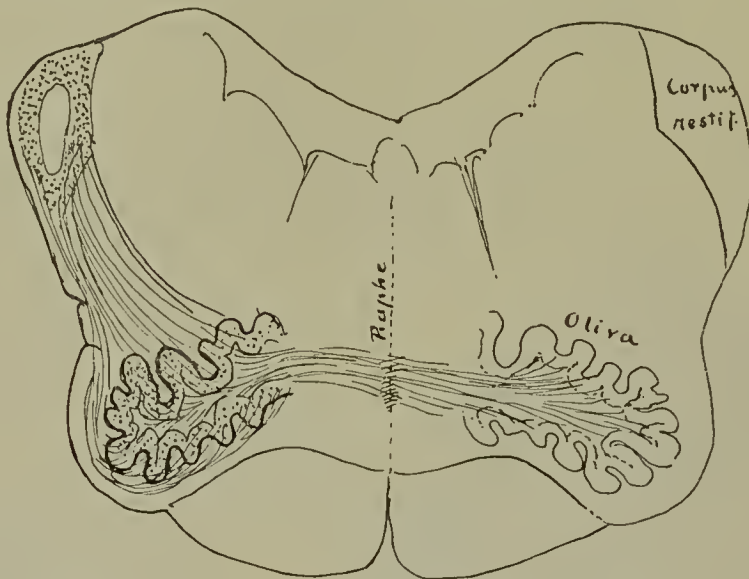


Fig. 70.

Der Oliven-Kleinhirnanteil des Corpus restiforme. Das weißgelassene Feld im linken Corpus restiforme gibt die Lage des Rückenmarkanteiles an.

gesellen sich ihnen die mächtigen Bogenfasern aus der Olive der gekreuzten Seite, Fig. 70, Fasern, die gleich denen aus den Hinterstrangkernen die ganze Oblongata durchmessen. Sie heißen Tractus olivo-cerebellares.

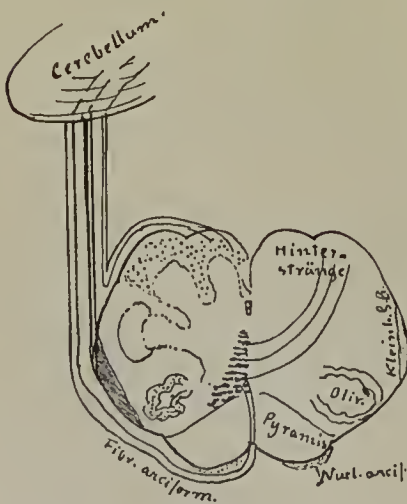


Fig. 71.

Der Rückenmarksanteil des Corpus restiforme.

Man nennt die ganze zum Kleinhirn in Beziehung geratende Fasermasse am dorsalen lateralen Rande der Oblongata Corpus restiforme; es ist die schwarze Masse oben links in der Figur 69. Das Corpus restiforme besteht also aus dem mächtigen aus den Oliven zum Kleinhirn strömenden eben geschilderten und aus dem kleineren von dem Rückenmarke her stammenden Anteile. Dem letzteren gesellen sich noch einige Fasern, die in großen Bogen die Außenseite des ganzen verlängerten Markes in individuell sehr verschiedener Menge überziehen. Diese Fibrae arcuatae externae stammen zumeist

aus den Pyramiden aufgelagerten Kernen, den Nuclei arciformes. Das sind nur caudale Brückenanteile. Einige andersartige Bogenfasern kommen, um die dorsale Peripherie der Oblongata ziehend, aus



den Hintersträngen. Fig. 71. Schließlich treten im Corpus restiforme Kleinhirnfasern zum Nuclens mot. tegmenti, die wir später näher kennen lernen müssen.

## Achte Vorlesung.

### Die Brücke.

M. H.! Wenn Sie einen Blick auf die nachstehende Figur werfen, dann erkennen Sie, daß am frontalen Ende der Oblongata, da, wo die

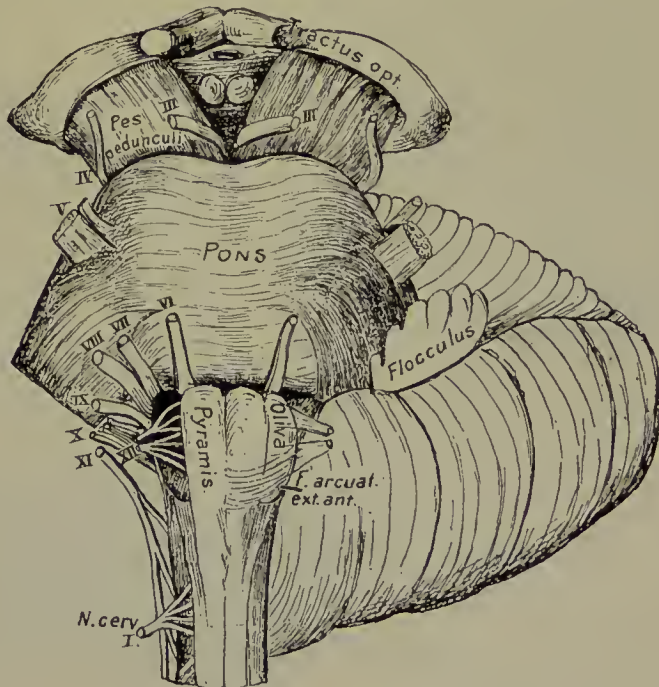


Fig. 72.

Ventrale Ansicht der Oblongata, des Pons, des Cerebellums und der Hirnschenkel.

Pyramiden von mächtigen zum Kleinhirn ziehenden Fasern der Brücke überdeckt werden, ganz besonders komplizierte Verhältnisse vorliegen müssen. Vier starke Nerven gehen jederseits ab, das Kleinhirn tritt mit seiner Faserung auf, die Oliven enden.

Lassen sie uns einen Schnitt dicht kaudal von der Brücke anlegen und zusehen, wie sich hier die Lageverhältnisse gestalten. Ich wähle, weil die Verhältnisse einfacher sind, eine Oblongata vom Neugeborenen (Fig. 73).

Die marklosen Pyramiden ventral, die bereits markhaltige Schicht der Tractus bulbo-thalamicus kennen Sie bereits, auch die dorsalen Längsbündel und die Quintuswurzel sind Ihnen bekannt. Im sensiblen Felde ist der Endkern des Vestibularis schon auf dem letzten Schnitte

sichtbar gewesen. Vagus und Hypoglossuskern sind verschwunden, der Vestibulariskern und medial von ihm ein dem Wesen nach unbekannter Keim der Nucleus funiculi teretis nehmen ihren Raum nun ein. Da, wo kaudal der Laryngeuskern, Nucleus ambiguus vagi, gelegen hat, ist eine stärkere Zellgruppe aufgetreten. Die ihr dorsalwärts entströmenden Fasern gehören dem Nervus facialis an. Alle sind nahe dem Rautengrubenboden abgeschnitten, weil sie hier horizontal abbiegen, um weiter vorn scharf ventral zu der Wurzel zu ziehen, die Sie dicht vor der Brücke austreten sehen. Lateral von der Vestibulariswurzel erkennen Sie das Corpus restiforme. Seine Oliven-

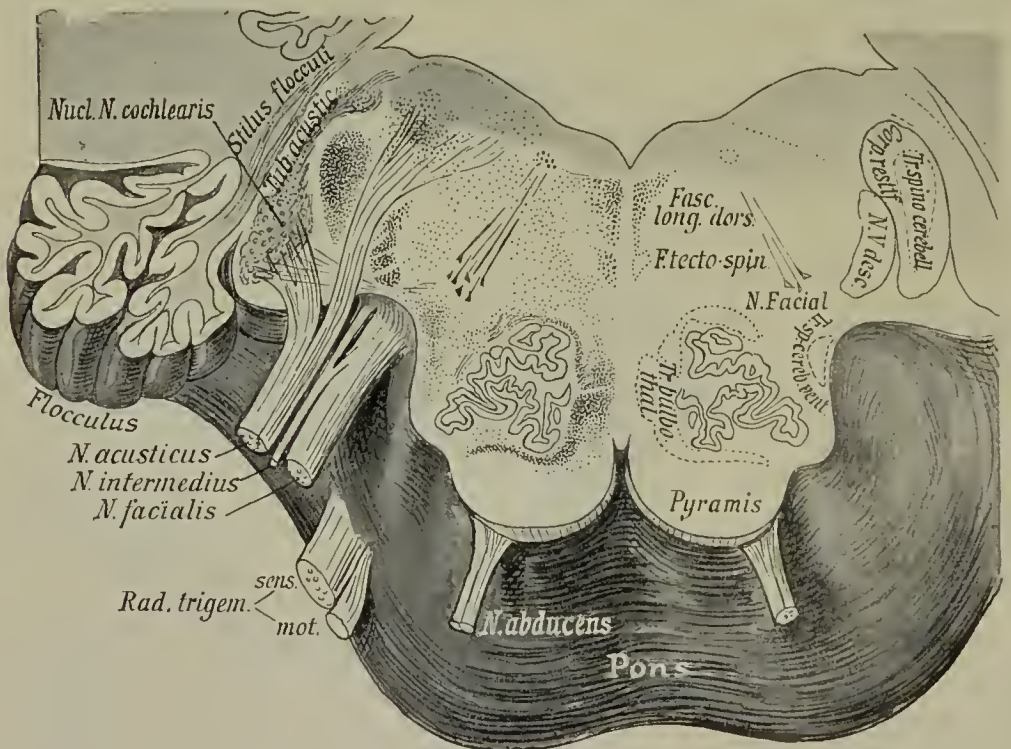


Fig. 73.

Schnitt durch die Oblongata, dicht kaudal von der Brücke. Kerne und Wurzeln des Facialis und des Acusticus.

bahnen sind noch marklos und nur im Zentrum sehen Sie als markhaltige Bahn den Tractus spino-cerebellaris dorsalis zum Kleinhirne ziehen. Der analoge ventrale Zug bleibt wo er weiter hinten schon war, lateral von der Olive liegen. Zwischen dem Kleinhirn und dem Corpus restiforme ist eine ganz neue Bildung aufgetreten. Ein mächtiger Kern nimmt hier Wurzelfasern auf. Es ist der Nucleus nervi cochlearis. Auch eine graue Masse, die sich von ihm aus dorsalwärts erstreckt, das Tuberculum acusticum, nimmt Cochlearisfasern auf.

Der achte Hirnnerv besteht aus zwei Nerven, für die verschiedene Funktion nachgewiesen ist. Es ist deshalb der Vorschlag gemacht worden,

die beiden Bündel — Nervus cochleae und Nervus vestibuli — ganz zu trennen und den ersteren allein als Hörnerven, den anderen als Tonusnerven zu bezeichnen.

Der Nervus cochleae entspringt aus den Zellen des Ganglion spirale der Schnecke. Diese Zellen senden peripher einen feinen Ast aus, der sich rasch zwischen den Hörzellen aufzweigt, Fig. 9b, während zentralwärts, analog der hinteren Wurzel aus den Spinalganglien zum Rückenmark, die Hörnervenwurzel, eben der Nervus cochleae, abgeht. Seine Fasern treten alle in den großzelligen



Fig 74.

Schnitt in der Gegend des Abducensursprunges. Ursprung des N. vestibularis.

Cochleariskern und in dessen dorsale Verlängerung, das Tuberculum acusticum, ein, wo sie um die Zellen in feinen Pinseln aufsplintern.

Der Nervus vestibularis stammt aus Ganglienzellen welche im Labyrinth und auch noch innerhalb des Nervenverlaufes liegen. Diese senden einen Zweig hinein zum Epithel der Sinnesapparate in den Ampullen, wo er sich außerordentlich fein um die Epithelzellenbasis herum aufzweigt, und einen zweiten hinaus in den Nerven. Von den beiden zum Akustikus zusammentretenden Bündeln ist der Vestibularis das frontalere. Er tritt medial vom Corpus restiforme und der auf-

steigenden Quintuswurzel, durch die Oblongata dorsalwärts, dem Boden-grau zu. Ein Teil seiner Fasern endet da in dem Fig. 74 abgebildeten dorsalen Kerne mit Endaufzweigungen. Die Fasern aber senden, ganz wie die in die Hinterstränge eintretenden Wurzeln der sensiblen Nerven, ehe sie im Grau sich aufsplittern, Teiläste in kaudaler Richtung, absteigende Akustikuswurzeln, die sich nahe den Hinterstrangkernen verlieren.

Ein dritter Teil des Vestibularis endet im Kleinhirne selbst. Hier liegt mitten in dem Ventrikeldache, also in dem Wurme des Kleinhirnes, ganz ventral eine mächtige mehrgeteilte Kernmasse, ein cerebellarer Vestibulariskern. In der Figur 75 ist die in das Kleinhirn eintretende Vestibulariswurzel links als direkte sensorische Kleinhirnbahn bezeichnet. Sie ist

nämlich nur der Akusticusanteil eines auch dem Trigemminus und vielleicht auch dem Vagus zukommenden Systemes von direkten Fasern in das Cerebellum.

Der mächtige Nerv für den Tonus der Muskulatur und für die Aufrechterhaltung unseres Gleichgewichtes hat ausgedehnte Beziehungen zu einem anderen Fasersysteme, das dicht an seine Eintrittsstelle entspringt, zu dem System des Deitersschen Kernes, dessen große Ursprungszellen, wie Fig. 74 zeigt, gerade in seine zum Cerebellum tretenden Wurzel-

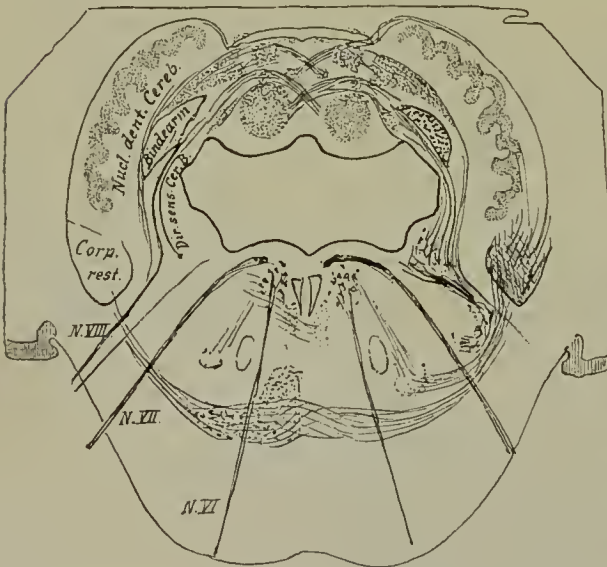


Fig. 75.

Die Endigung des Vestibularis. Schnitt durch die Austrittsstelle des Nervus facialis und des N. abducens.

fasern eingebettet sind. Sie senden ihre Axenzylinder nach ganz verschiedenen Gegenden. Ein Teil, der Tractus vestibulo-spinalis, gelangt bis hinab in die Vorderseitenstränge des Rückenmarkes, und tritt dort wahrscheinlich zum Ursprung des motorischen Nervenapparates in Beziehung, ein anderer aber zieht medialwärts dicht unter dem Boden des Ventrikels bis fast an die Mittellinie der Oblongata. Dort schließt er sich den auf- und absteigenden Bahnen des dorsalen Längsbündels an.

Den dreieckigen Querschnitt dieses starken Faserzuges erkennen Sie auf allen bisher demonstrierten Oblongataschnitten ganz dorsal neben der Medianlinie. Hier verlaufen die Deitersschen Fasern hinauf zu den Oculomotorius- und Abducenskernen und hinab bis in den Hals-teil des Rückenmarkes. Hier liegen auch Verbindungsfasern zwischen Oculomotorius- und Abducenskernen.

Hier ist, wie Sie sehen, ein ungemein wichtiger Apparat gegeben, der Kleinhirnerne, Vestibularis, Augenmuskelkerne und die Kerne für die Nackenmuskulatur verbindet. Kopf- und Augenhaltung, Orientierung im Raume dürften durch ihn erfolgen, dazu wohl noch Tonuswirkungen vom Labyrinth auf die Körpermuskeln.

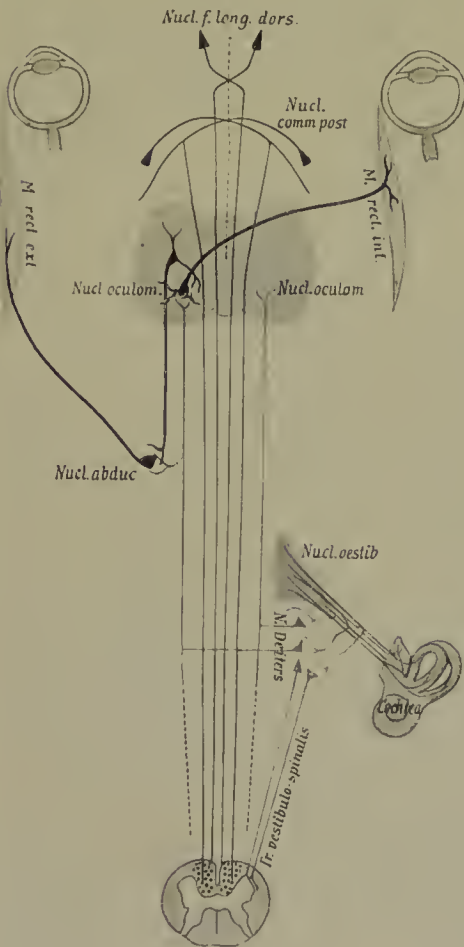


Fig. 76.

Schema der Verbindungen des Deitersschen Kernes und des dorsalen Längsbündels, zum Teil nach A. Bruce.

In den Schnittebenen, welche den Cochleariskern enthielten, ist auch der motorische Kern des Nervus facialis bereits sichtbar (Fig. 73). Er besteht aus einer langen Säule von zu Gruppen angeordneten Zellen. Aus derselben entströmen fortwährend Fasern dorsalwärts. Sie sammeln sich allmählich zu einem kräftigen Bündel, das, unter dem Boden des Ventrikels angelangt, plötzlich eine scharfe Wendung in frontaler Richtung macht, um dann ebenso scharf abbiegend sich ventralwärts nach der Außenseite der Oblongata zu wenden. Die Facialiswurzel macht also ein doppeltes

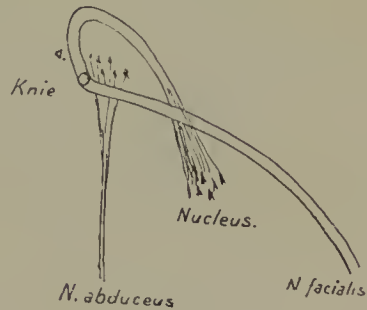


Fig. 77.

Schema des zentralen Verlaufes des N. facialis und des N. abducens.

Knie. Siehe Fig. 77. In dieses Knie ist der Kern des Abducens eingelagert. Die Wurzeln des Abducens gelangen in mehreren Bündelchen gestreckten Verlaufes, welche die Haube und die Brücke durchsetzen, an der Brückenbasis nach außen. Der im Facialis-knie gelegene rundliche Kern steht medial durch Fasern mit dem gleichseitigen und dem gekreuzten hinteren Längsbündel in Verbindung.

In diesen Fasern vermutet man die anatomische Unterlage für die kombinierte Seitwärtsrichtung der Augen. Denn es enden zweifellos Fasern des dorsalen Längsbündels in dem weiter frontal gelegenen

Kerne für den Einwärtsroller der Augen, Fasern, die also sehr wohl diesen mit dem gekreuzten Kerne der Auswärtsroller, in Verbindung bringen könnten. Unterbrechungen des dorsalen Längsbündels führen zu Verlust des Vermögens die Augen kombiniert nach der einen Seite zu drehen. Druck, Reizung des dorsalen Längsbündels führt zu zwangsweiser seitlicher Ablenkung der Augen in der Weise, daß „der Patient seine kranke Seite ansieht“. Einen solchen Herd zeigt Fig. 87 oben.

Wollen Sie jetzt die Figur 66 noch einmal betrachten, da sehen Sie, daß frontal von der als Eminentia abducentis bezeichneten Stelle am Rautengrubenboden kein Hirnnervenkern mehr neu auftaucht. Nur die lange Endkernsäule des Trigemini, die wir schon seit der Betrachtung

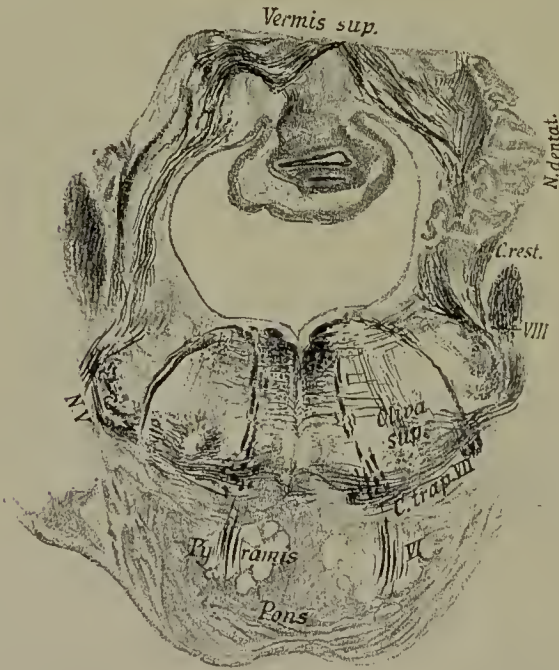


Fig. 78.

Caudale Brücke des Neugeborenen. Wurzeln des Facialis, Wurzeln des Abducens.

des oberen Rückenmarkes kennen, ist noch vorhanden. Die Wurzeln dieses Nerven, von denen Sie schon wissen, daß sie aus den Zellen des Ganglion Gasseri stammen, sehen Sie auf Fig. 79 in die Brücke eintreten. Sie durchbrechen deren Faserung und enden, indem sie sich zumeist kaudalwärts wenden, an dem langen bis in den Rückenmarksanfang herabreichenden Endkerne, den sie als immer dünner werdende Schicht überziehen. Ein Teil von ihnen tritt in das Kleinhirn.

Dieser Gefühlsbahn für das Antlitz gesellt sich aus dem motorischen Kerne die Faserung des Kaumuskelnerve und schließlich ist noch zu erwähnen, daß aus dem

Grau der Vierhügel ein mächtiger Faserzug herabzieht, dessen Enden sich im Kaumuskelkerne auflösen. Man bezeichnet ihn als Vierhügelwurzel des Trigemini weil in der Tat wahrscheinlich ist, daß hier auch direkte Wurzelfasern enthalten sind. Solche stammen, wie es scheint, auch aus dem Locus coeruleus, einer pigmentierten Kernansammlung ganz vorn, lateral am Boden der Rautengrube. Wenn der Trigemini einmal eingetreten ist, sind im Grau der Oblongatahaube nur noch sekundäre Nervenbahnen zu finden. Ihre Hauptmasse besteht jetzt aus der recht ansehnlich gewordenen Substantia reticularis. Mächtige Zellen zu Gruppen geordnet sind ihr eingelagert. Ihre Gesamtheit ist oben als Nucleus motorius tegmenti bezeichnet worden. Sie steht, wie wir sehen werden, in wichtiger Beziehung zum Kleinhirne.

Die zentralen Bahnen des Trigemini sind ganz wie die Tractus bulbo-thalamicus, Züge, die aus den Kernsäulen kommen, die Mittellinie im Bogen kreuzen und dann sich zum Thalamus aufwärts wenden. Aber die sekundäre Fortleitung des Cochlearis ist doch sehr viel komplizierter. Hier ist ein Aufbau aus mehreren Neuronen nachweisbar. Aus dem ventralen Kerne, wo der Hauptteil des Nerven endet, treten Fasern medialwärts — wollen Sie für das Folgende ständig Figur 80 vergleichen — die in rundlichen Ganglienzellgruppen, den oberen Oliven, gleich-



Fig. 79.

Schnitt an der Stelle, wo der Trigemini eintritt und seine absteigende Wurzel caudal abbiegt. Trigeminiwurzeln.

seitig und gekreuzt enden. Diese Fasern, welche sich direkt dorsal von den Brückenbahnen anlegen, heißen in ihrer Gesamtheit Corpus trapezoides, weil bei Tieren, wo die Brücke sehr kurz ist, ihre Schicht als viereckiges Feld an der Ventralseite der Oblongata sichtbar wird.

Die Fasern dieses Trapezkörpers zeigen überall große Ganglienzellen angelagert, an denen unzählige Axenzylinder aus anderen Gegenden enden. Figur 19 zeigt einige der Anlagerungsarten, viele der Zellen werden aber nur von feinen Endknöpfen und nicht von Netzen berührt. Was hier eigentlich assoziiert wird, das weiß man noch

nicht. Jedenfalls erschöpfen sich die Trapezkörperfasern in den Olivae superiores. Hier entspringt dann eine neue Bahn, die ganz lateral an der Oblongata, diese wie eine Schleife umfassend, hinauf zu den hinteren Vierhügeln und einem ihnen angelagerten Ganglion, dem Genuculatum mediale zieht. Dieser Faserzug — auf Figur 80 ist er gut sichtbar — heißt laterale Schleife, Laqueus lateralis. Er durchquert ebenso wie die Trapezfasern die breite Schicht der aus dem Rückenmarke und der Oblongata frontalwärts ziehenden Tractus spino-

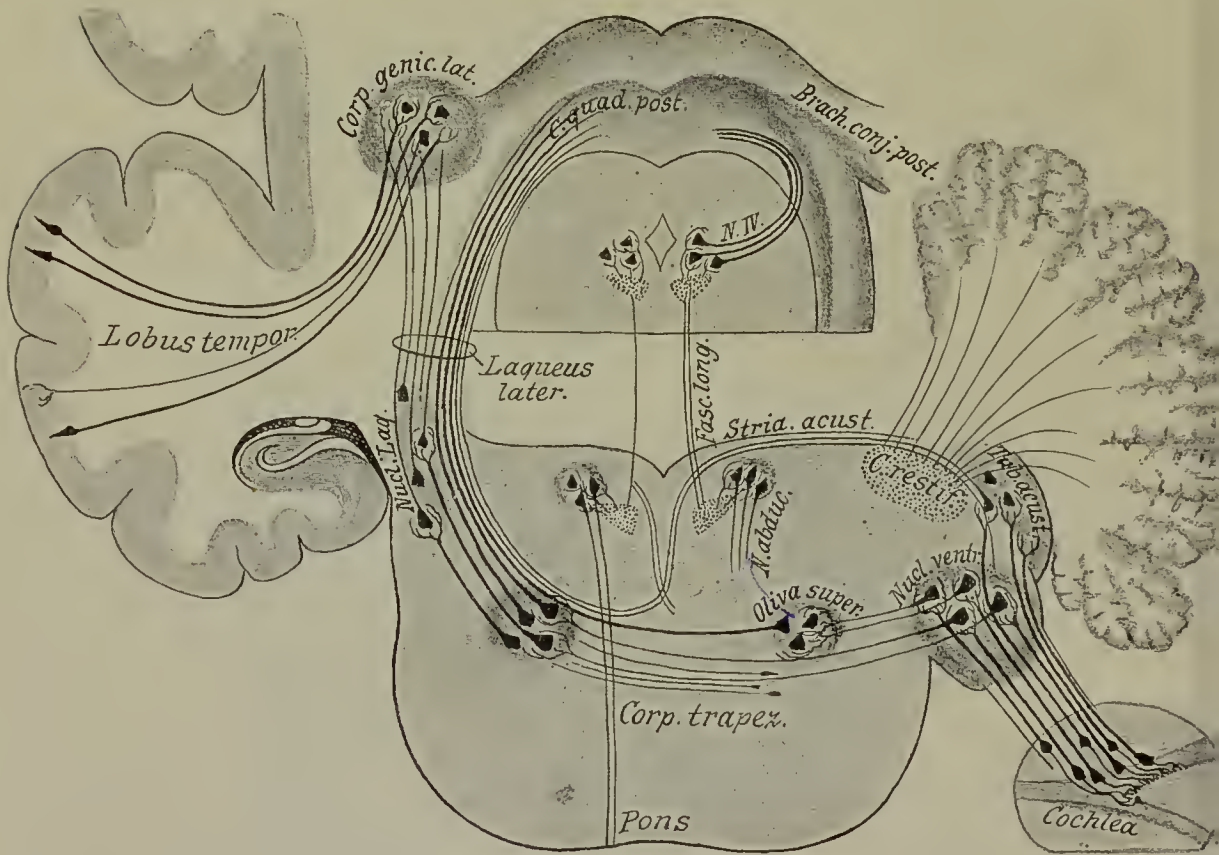


Fig. 80.

Schema des Cochlearisverlaufes.

et bulbothalamici, die man, weil sie medial von ihm immer liegen bleibt, von Alters her als mediale Schleife bezeichnet.

Bei den Tieren mit besonders stark ausgebildetem akustischen Apparate, beim Maulwurf, der Fledermaus, der Maus, den Walen, ist die laterale Schleife sehr viel mächtiger als die mediale. Ein ungeheures Bündel, bedeckt sie die Außenseite des Gehirnstammes an dieser Stelle.

Diejenigen Cochlearisfasern, welche nicht im ventralen Kerne, sondern im Tuberculum acusticum enden, scheinen ohne Vermittlung der Olivae superiores ihre Fortsetzung in die laterale Schleife zu finden. Es entspringen nämlich aus dem Tuberculum mächtige Fasern, die über die Oberfläche der Oblongata hinweg ziehen, in deren Mittel-



linie eintauchen und sich dann zu den Schleifenfasern begeben. Diese Striae acusticae, Fig. 34, tauchen an ganz verschiedenen Stellen aus der Raphe am Rautengrubenboden auf, sie haben deshalb verschieden langen Verlauf schräg über den Ventrikelboden weg zu dem Tuberculum acusticum. Einem besonders langen, ganz frontal auftauchenden Bündel hat man den Namen Klangstab gegeben.

Sie erkennen als das Wichtigste an diesen etwas komplizierten Verhältnissen, daß der Nervus cochlearis, nachdem er einmal im Cochleariskerne und im Tuberculum acusticum geendet hat, seine weiteren Bahnen zu den

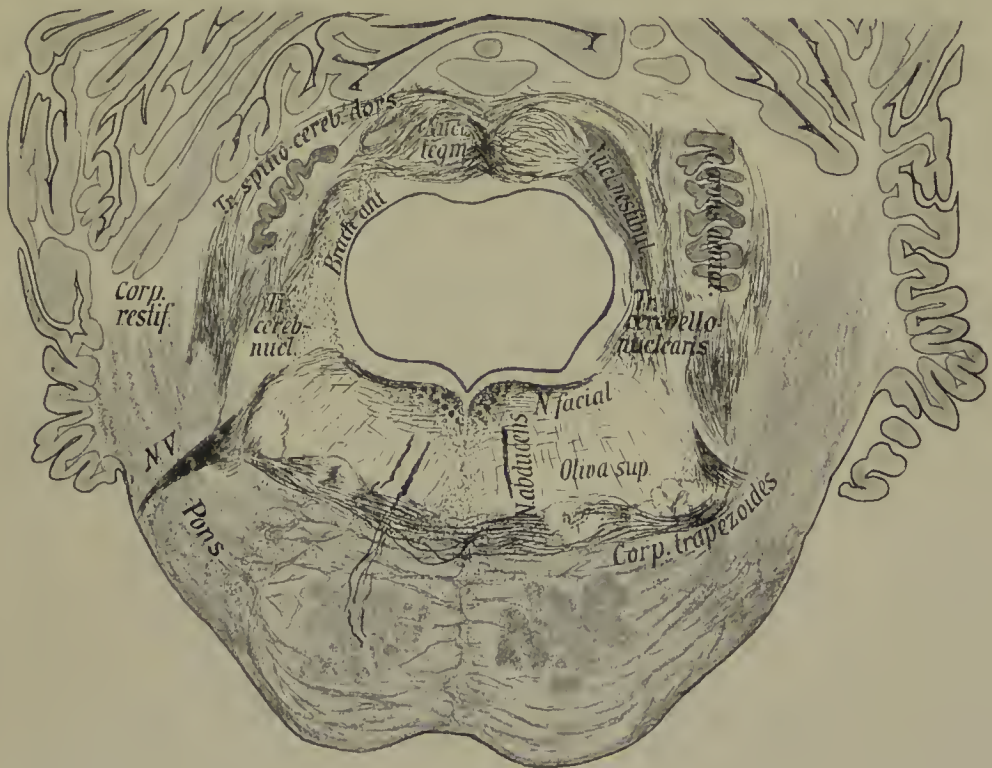


Fig. 81.

Neugeborener. Schnitt in der Höhe, wo die caudalsten Trigeminuswurzeln eintreten. Die neencephale Faserung im Pons noch marklos.

hinteren Hügeln sendet. Sie verlaufen zum Teil direkt als Striae acusticae zu der lateralen Schleife, zum Teil erreichen sie diese erst unter Einschaltung der Olivae superiores und des Trapezkörpers. Die Schleife endet im Mittelhirn.

Da in der Querschnittebene des Trapezkörpers und des Trigeminuseintrittes einige wichtige früher erwähnte Anordnungen besonders gut zu sehen sind, lege ich in Fig. 81 Ihnen einen hier angelegten Schnitt vor. Sie erkennen an ihm sofort ventral die Brücke, durch die hier die Pyramiden treten, darüber den Trapezkörper mit den rund-

lichen oberen Oliven, dann den eintretenden Trigeminus, die Wurzelfasern des Abducens und die frontalsten Querfasern des Facialisknies dicht unter dem Ventrikelboden.

Über dem Ganzen lagert das Kleinhirn, in dessen Kernen Sie rechts den Vestibulariskern unterscheiden. Da die Brücke bei dem Embryo, von dem dieses Präparat stammt, noch ganz marklos ist, erkennt man besonders klar hier das Eintreten des markhaltigen Tractus spino-cerebellaris und medial von ihm die direkten Bahnen aus den Hirnnerven. Weil nicht sicher ist, wie weit ihnen die sensiblen Endkerne eingeschaltet sind, wurden sie vorsichtshalber hier als Tractus nucleocerebellares bezeichnet.

So hätten Sie denn die Kernsäulen der meisten Hirnnerven kennen gelernt und es lohnt sich auf sie als Ganzes noch, gewissermaßen zu einer kurzen Rekapitalation, den Blick zu werfen. Das erreichen Sie durch Studium der Figur 82.

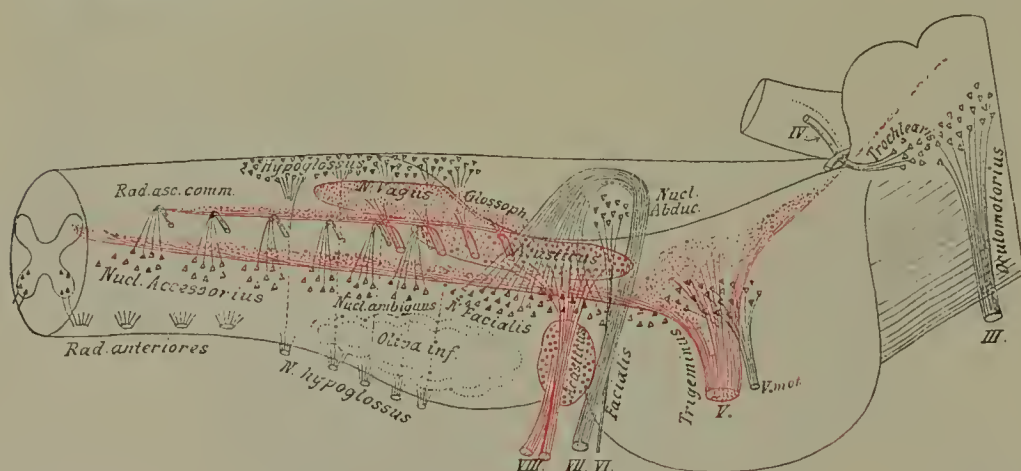


Fig. 82.

Die Lage der Hirnnervkerne. Die Oblongata und Pons durchsichtig gedacht.  
Die Ursprungskerne (mot.) schwarz, die Endkerne (sens.) rot.

An der Figur 81 ist schon sehr klar zu erkennen, daß im Brückengebiete palaeencephale und neencephale Teile scharf geschieden sind. Die ganze Haube der Oblongata ist samt dem Kleinhirn ja palaeencephal. Sie ist mit ihrer Entwicklung um die Zeit der Geburt fertig. Darauf allein beruht es, daß das Neugeborene Nahrung suchen und richtig aufnehmen kann, daß auch das dem Ei entschlüpfte Huhn gleich richtig frißt, daß die junge Ente sofort schwimmt.

Von Ausläufern des Neencephalon sind wir bisher nur den Tractus cortico-spinales begegnet, jetzt finden wir auch als mächtigen neencephalen Teil die Verbindungen des Großhirnes zum Kleinhirne. Diese, die Brücke, Pons, haben sich ventral von dem palaeencephalen Abschnitte angelegt. Sie sind zur Zeit der Geburt entsprechend ihrem späten phylogenetischen Auftreten noch nicht mit ihrer Markscheiden-

bildung fertig und deshalb erscheint die ganze Brücke samt ihren beiderseits in das Kleinhirn tretenden „Brückenarmen“ grau.

Alle Tiere mit minimalem Großhirne, die Fische, Amphibien, Reptilien und in gewissem Grade auch die Vögel haben keine Brücke und auch bei den Säugern ist die Brückenfaserung um so mächtiger, je ausgebildeter das Großhirn geworden ist.



Fig. 83.

Die Bahnen aus der Großhirnrinde zur Brücke und der Brückenarme zum Kleinhirn.  
Abfaserungsapparat. Halbschema.

Das Anlageprinzip der Brücke ist ein recht einfaches. Aus den frontalen und den occipito-temporalen Teilen des Großhirnes ziehen die Tractus cortico-pontini im Hirnschenkelfuß herab, zusammen mit den Pyramidenfasern. Fig. 83. Während aber die letztgenannten, so wie in Figur 68 zu sehen ist, weiter kaudal treten, gelangen die Tractus cortico-pontini zu den mächtigen Ganglia pontis. Aus diesen entspringen dann als Querfasern die Brachia pontis, die in das Kleinhirn eintreten. Die grauen Querschnitte in Figur 81 sind nicht nur Pyramidenbahnen, sondern enthalten auch viele Brückenganglien.

**Die Symptome, welche bei Erkrankungen des Pons und der Oblongata auftreten,** sind in ihrer Gruppierung ein guter Prüfstein auf die Richtigkeit der Ihnen vorgelegten anatomischen Verhältnisse.

Auf kleinem Raume sind dort die wichtigsten Bahnen für die Bewegungen der Körpermuskulatur, für die Empfindung, die Sprechmuskulatur, den Schluckakt usw. vereint. Ein Herd braucht nicht groß zu sein, um gar mancherlei Symptome hervorzurufen.

Für die Diagnostik ist durch das Lageverhältnis der einzelnen Teile ein trefflicher Anhaltspunkt gegeben.

Die Kerne der Hirnnerven und deren Wurzelfasern liegen alle dorsal in der Haube. Ventral von ihnen liegt die sensorische Bahn für die gekreuzte Körperhälfte und wieder ventral von dieser die motorische Bahn aus dem Großhirn, ebenfalls für die gekreuzte Körperhälfte. Ganz lateral liegen die Kleinhirnbahnen.

Erkrankungsherde in der Haube werden also, wenn sie klein sind, nur Hirnnervensymptome machen, reichen sie weiter ventral, so werden zu den Hirnnerven gekreuzte Gefühlsstörungen auftreten und erreichen sie die Pyramidenbahn, so wird neben der Gefühlsstörung in der Seite, welche den gelähmten Hirnnerven gegenüberliegt, auch schwere Bewegungsbeeinträchtigung eintreten.

Da eine Unterbrechung der Verbindungsbahnen die gleichen Symptome machen wird, einerlei ob sie schon im Vorderhirne oder Mittelhirne oder erst im Nachhirne erfolgt, nämlich Anästhesie, resp. Lähmung auf der gekreuzten Seite, so ist es wichtig, zu merken, daß man nur dann eine Störung der Gefühls- oder Bewegungsbahn in Pons-Oblongata vermuten darf, wenn gleichzeitig Symptome vorliegen, welche anzeigen, daß ein einzelner oder mehrere Hirnnervenkerne befallen sind. Die Atrophie der Muskulatur, welche bei Affektionen der Kerne selbst auftritt, wird genau studiert werden müssen, wenn es gilt, den Ort und die Ausdehnung einer solchen Affektion festzustellen. Fig. 82, welche die Lage der Nervenkerne auf den Längsschnitt einer Oblongata projiziert darstellt, wird Ihnen diese Aufgabe wohl etwas leichter machen, als die früher demonstrierten Bilder von Querschnitten der Nervenursprünge es vermögen.

Die motorischen Bahnen für die Extremitäten liegen ungekreuzt ventral in den Pyramiden, sie treten gerade vor dem Rückenmarke auf die andere Seite. Die motorischen Fasern für die Hirnnerven aber liegen nahe der Medianlinie, steigen in der Raphe der Haube dorsal und kreuzen ganz nahe an den Nervenkerne selbst zu diesen hinüber.

Ein Erkrankungsherd in der Brücke wird deshalb in den meisten Fällen zwar die Extremitäten auf der gekreuzten Seite, den Facialis, Abducens oder Trigemini aber auf der gleichen Seite treffen, wo er selbst sitzt. Das Schema Fig. 84 versucht, dieses wichtigste Symptom vieler Pons- und Medullaaffektionen, die gekreuzte Lähmung, Ihrem Gedächtnis fester einzuprägen, als es das geschriebene Wort vermag. Es stellt die Bahnen der motorischen Innervationen für den Antlitznerven und für die Extremitätennerven dar. Sie sehen an der Zeichnung, daß ein Herd A im Großhirn oder in den Hirschenkeln rechts den linken Facialis und die linksseitigen Extremitäten lähmen wird, daß aber eine Erkrankung bei B im Bereich der Brücke rechts, die Extremitäten wohl links, den Facialis aber rechts treffen kann, daß ein solcher Herd die Mittellinie überschreitend eventuell beide Faciales und die Extremitäten einer Seite außer Gebrauch zu setzen vermag. Sie sehen auch an dem Schema, daß Krankheitsherde in der Brücke (bei C) so sitzen können, daß sie halbseitige, nicht alternierende Hemiplegie erzeugen,

daß sie also dieselben Symptome machen, wie wenn sie im Großhirne säßen. Alternierende Lähmungen können, wenn sie nicht durch verschiedene Herde erzeugt werden, überhaupt fast nur durch Ponsaffektionen oder durch solche

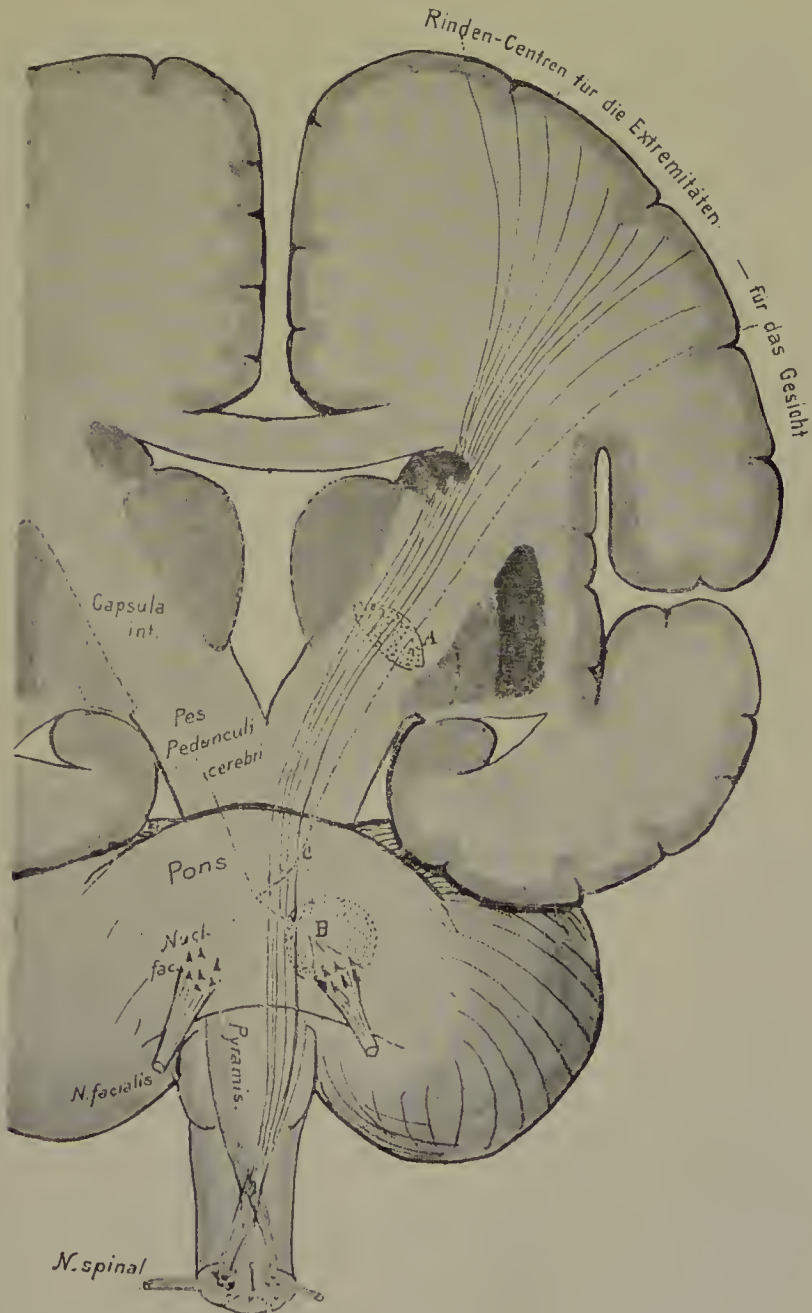


Fig. 84.

Schema der motorischen Innervationsbahn für den Facialis und die Extremitätennerven. Frontalschnitt durch Großhirn, Hirnschenkel, Brücke, verlängertes Mark und Rückenmark.

Geschwülste u. dergl. hervorgerufen werden, die ventral vom Pons sitzend, die Hirnnerven im peripheren Verlauf und die Pyramidenbahnen zerstören. Da außer dem Facialis noch der Abducenskern und der Quintuskern in der

Brücke liegen, so können natürlich auch diese an den mannigfachen Modifikationen sich beteiligen, die bei Brückenerkrankungen im Bilde der wechselseitigen Lähmung eintreten können. Wie sich der Akustikus verhält, ist noch unsicher.

Durch die Brücke verlaufen auch die Fasern zu den Nervenkerne der Oblongata, welche die Wurzeln innervieren, die der Rede dienen. Deshalb kommen bei Pons- und bei Oblongataerkrankungen oft trotz vollkommen intaktem Sprachvermögen Sprechstörungen vor. Man bezeichnet sie, je nach dem Grade, als Dysarthrie oder als Anarthrie.

Erkrankungen in der Haube der Brücke und der Oblongata können auch zu Störungen der Sensibilität führen. Wir haben Grund, anzunehmen, daß in der Schleife die zentralen Gefühlsbahnen liegen, und daß namentlich die mediale Schleife die Bahnen enthält, welche der so wichtigen statischen Sensibilität dienen. Deshalb werden nach Unterbrechung der Olivenzwischen-schicht in der Oblongata leicht Muskelsinnstörungen beobachtet. Aber es hat die neuere klinische Forschung es durchaus wahrscheinlich erscheinen lassen, daß, in der Oblongata wenigstens, die Bahnen für den Tastsinn der Haut nicht in der Medianebene liegen, sondern den Längsbahnen angehören, welche lateral von der Olivenzwischen-schicht angetroffen werden. In der Brücke können jedenfalls auch lateral gelegene Erkrankungen gekreuzte Gefühlsstörung hervorrufen. Liegt aber ein Herd irgendwo in der Haube der Oblongata oder Brücke, so trifft er nicht nur jene zentralen Bahnen, die immer zum Kerne gekreuzt verlaufen, sondern auch das periphere Stück vieler sensiblen Nerven. Es kann z. B. ein Herd seitlich in der Oblongata rechts den spinalen Quintuszug und die gekreuzten sensiblen Bahnen treffen, also rechtsseitige Gesichts- und linksseitige Rumpfanästhesie erzeugen.

Gewöhnlich zerstört eine einzelne Erkrankung nicht alle sensiblen zentralen und peripheren Bahnen, erzeugt also nicht, wie die vom Großhirnmarke ausgehende Erkrankung, komplette Hemianästhesie. Der eine oder der andere Nerv bleibt zumeist frei.

Sitzt ein relativ breiter Herd irgendwo median, so kann natürlich doppel-seitige Hemianästhesie entstehen, jedenfalls ein ungewöhnlich seltenes Vorkommnis. Kaustörungen, Schluckstörungen kommen natürlich ebenfalls zur Beobachtung, da ja die Kerne des motorischen Trigemini, des Glossopharyngeus, des Hypoglossus leicht mitgetroffen werden können.

Ein Blick auf Fig. 85 lehrt Sie, wie groß ein Herd ist, der etwa den rechten Hypoglossus, Accessorius und die motorische Innervation der linken Körperhälfte befallen hat. Leicht können Sie sich an der Hand dieser Figur konstruieren, welche Beschaffenheit er haben muß, wenn beide Hypoglossi allein betroffen sind — Bulbärparalyse. Dann kann nur die Kernregion selbst in Betracht kommen. Ein Erkrankungsherd in der ganzen linken Seitenhälfte wird Accessorius, (Atmung) und die sensible Gesichtsinervation — Trigemini-kern! — links, dazu die Muskel- und Hautsensibilität rechts — Seitenstrangbündel, Tractus bulbo-thalamicus! — stören. Ziehen Sie auf Pauspapier, das Sie über Fig. 85 legen, sich beliebig große Kreise und bestimmen Sie, welche Erscheinungen auftreten müssen, wenn innerhalb derselben das Gewebe zerstört wird.

In Fig. 86 u. 87 lege ich dann noch einige weitere Bilder vor, die als Beispiele dienen sollen, wie sich die Symptome einer Erkrankung an bestimmten Gebieten gestalten.

Der Herd links in Fig. 86 wird linksseitige Gesichtslähmung, linksseitige Abducenslähmung und rechtsseitige Gefühlsstörung am Körper machen. Der Tumor mitten in der Rautengrube kann durch Affektion des einen oder der beiden dorsalen Längsbündel die Fähigkeit zur Seitwärtsbewegung der Augen

einseitig oder beiderseits vernichten. Läßt er die Kerne selbst frei, so kann dabei die Bewegung des Abducens selbst intakt bleiben. Außerdem wird er sich durch einseitige oder doppelseitige Facialisschwäche — Affektion des Facialiskniees — verraten. Der Herd rechts wird außer einer rechtsseitigen



Fig. 85.

Schnitt durch die Oblongata im Niveau des XII. Abschnittes. Halbschema.

Facialislähmung Gefühlsverlust im Gesichte rechts und am Körper links erzeugen, weil er die sekundäre sensible Körperbahn und die primäre Trigemusbahn zerstört.

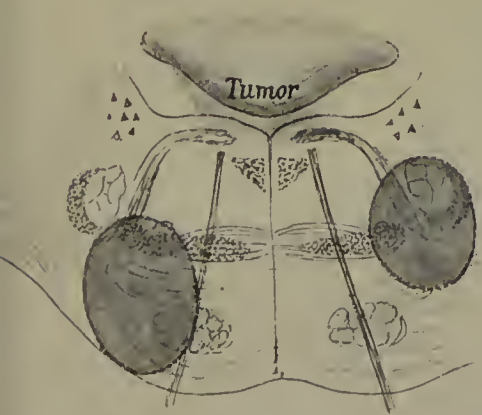


Fig. 86.



Fig. 87.

Trifft ein Erkrankungsherd die Brücke, so wird er, wie der in Fig. 87 links, gekreuzte motorische und sensible Lähmung erzeugen, mit oder ohne Beteiligung des gleichseitigen Trigemini (s. Fig. 87 rechts).

Natürlich kann er auch, wie der Fig. 86 dorsaler liegende, andere Symptomkombinationen — Störung der kombinierten Augenbewegung und der gekreuzten Sensibilität — erzeugen.

Ein Blick auf unsere Abbildungen wird in vielen Fällen die Diagnose leicht ermöglichen.

Liegt ein Herd wenig weiter frontal, so werden seine Symptome nicht wesentlich verschieden von denen der Fig. 87 demonstrierten sein, aber es werden vielleicht noch Gleichgewichtsstörungen — Bindearme — da sein, und es wird die Abwesenheit jeder sensiblen Störung im Gesicht schon auf frontalere Ebenen hinweisen. Der Trigemini hat ja das Gehirn bereits verlassen.

Das Charakteristische, welches aus allen diesen Beispielen erhellt, ist die Affektion des Kopfbezirkes auf der Seite der Erkrankung, des Rumpfes und der Extremitäten auf der zu ihr gekreuzten Seite, die alternierende motorische und sensorische Lähmung.

Begegnet Ihnen einmal ein Fall, der durch die Kombination seiner Symptome, Beteiligung ausgebreiteter Leitungszüge und nur einzelner Hirnnerven, wechselständige Gefühls- oder motorische Ausfallerscheinungen, den Gedanken aufdrängt, daß in der Oblongata oder Brücke die Unterbrechungsstelle liegen müsse, so wird es immer am einfachsten sein, wenn Sie an einer der früher gegebenen Abbildungen studieren, ob sie eine Stelle enthält, durch deren Zerstörung alle Unterbrechungen entstanden sein könnten. So wird es in vielen Fällen gelingen, ziemlich genau Ausdehnung und Lage des Herdes zu ermitteln. Versäumen Sie aber nie, gleichzeitig, Fig. 35, die Abbildung der basalen Ansicht des Gehirnes zu studieren, weil auch durch Erkrankungen an der Hirnbasis sowohl Druck auf längere Bahnen als Zerstörung einzelner Nervenäste bedingt werden kann. Namentlich die schwartenbildende Meningitis kann zu Symptomenkomplexen führen, die von intracerebral entstandenen schwer unterscheidbar sind.

---

## Neunte Vorlesung.

### Das Kleinhirn.

Dorsal von der mächtigen Oblongatafaserung liegt, mit ihr immer durch einige Züge verbunden, das Kleinhirn. Es geht kaudal in den Plexus chorioides ventriculi quarti und frontal in eine dünne Platte, das Velum anticum über, welche hinüber zum Dache des Mesencephalon führt. Fig. 34 ist das am klarsten zu sehen.

Die aus dem Rückenmark und der Oblongata kommende Faserung, der hintere Kleinhirnarml, Corpus restiforme, verbindet es mit jenen; aus dem Großhirn wird der mittlere Kleinhirnarml Brachia pontis zu ihm geschickt. Das Kleinhirn sendet selbst Züge nach allen Teilen des Palaeencephalon, von denen die mächtigsten an seinem vorderen Rand als vordere Kleinhirnarml oder Bindearme vierhügelwärts treten.

Die Arme treten ein in den Markkern der Hemisphären, welcher sich in das Mark der einzelnen Lappen und von da wieder in



in das der Lappchen als Markstrahl fortsetzt. Diese Lappchen sind von grauer Rinde überzogen, welche sich überall über sie hin faltet und so eine Ausdehnung gewinnt, die unverhältnismäßig größer ist, als die äußere Form und Größe des Kleinhirns erwarten ließen.

An keinem Hirnteil kann man so deutlich das Verhältnis der Größe zur Funktion sehen wie an diesem. Das Kleinhirn ist bei den auf dem Bauch dahin kriechenden Schlangen und Eidechsen nur eine dünne Platte, aber bei den schwimmenden Echsen und den Wasserschildkröten krümmt es sich so, daß ein Sack über dem Ventrikel entsteht und bei den Vögeln und den Säugetieren macht die Platte so zahlreiche Krümmungen, daß ein Körper von gewelltem Aussehen entsteht, in dessen Innerem der ursprüngliche Ventrikel bald durch zunehmende Markfasermassen verengt und verdrängt wird. Fig. 89.

Beim Menschen ist diese Massenentwicklung sehr weit gegangen, Haupt-, Neben- und Unterlappen lassen sich da unterscheiden. Die bis-

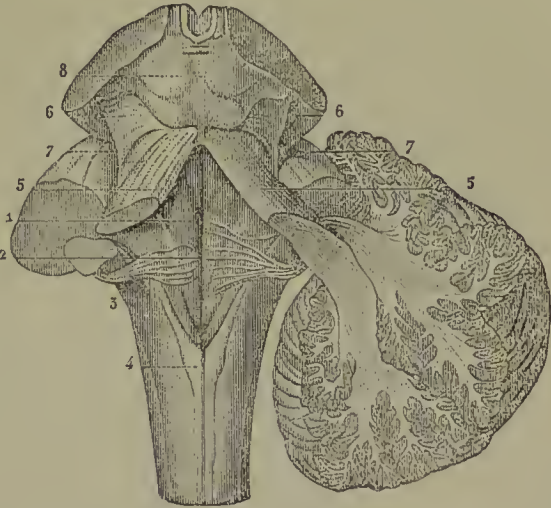


Fig. 88.

Die aus dem Mittelhirne, der Brücke und dem Rückenmarke zum Kleinhirne tretenden 3 Arme, nach Hirschfeld und Leveillé (Sappey). Man sieht unter den Vierhügeln 8, die oberen Arme, die Bindearme 5, hervortreten, von der ventralen Seite kommen die mittleren Schenkel oder Brückenarme 7, und vom Rückenmarke her steigt das C. restiforme 3, als unterer Arm empor. Er kreuzt sich bei seinem Eintritte mit dem Bindearme. Zu bemerken sind noch auf dem Bilde die Rautengrube 1, die Striae acusticae 2, und die Clavae der Funiculi graciles 4. Bei 6 ist die Schleife zu suchen.

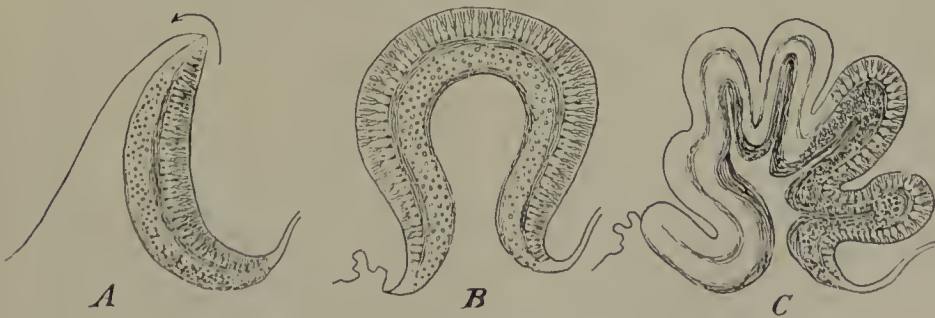


Fig. 89.

Etwas schematisierte Sagittalschnitte durch A Eidechsenhirn, B Typus von Chelone und Alligator, sowie Crocodilus, C Typus der Vögel und Säuger. Zur Demonstration der Vergrößerung des Kleinhirnes mittelst Umbengens der Cerebellarplatte in der Richtung des Pfeiles über A. Das frontale Ende liegt rechts.

herige Nomenklatur der Kleinhirnlappen ist sicher nicht ausreichend, wenn man die Augen weiter richtet als nur auf den Menschen, und deshalb wiederhole ich sie hier nicht. Ich gebe Ihnen nur eine Anzahl

Abbildungen, in welcher sie eingeschrieben ist, hoffend diese bald durch eine bessere Darstellung ersetzen zu können. Gewöhnlich teilt man das menschliche Kleinhirn in das mittlere Stück, Wurm und das Seitenstück, die Hemisphären ein. Die Lappen jedes dieser Teile sind verschieden benannt, es spricht aber die vergl. Anatomie dafür, daß wir große transversale Abteilungen machen müssen, wie sie die dickeren Linien in Fig. 90 auch andeuten.

Nur der Wurm ist uralter Besitz, die Hemisphären entstehen erst mit der Brücke, sind also neencephale Teile des Kleinhirns. Der verzweigte Fig. 34 gut abgebildete Sagittalschnitt durch den Wurm ist von

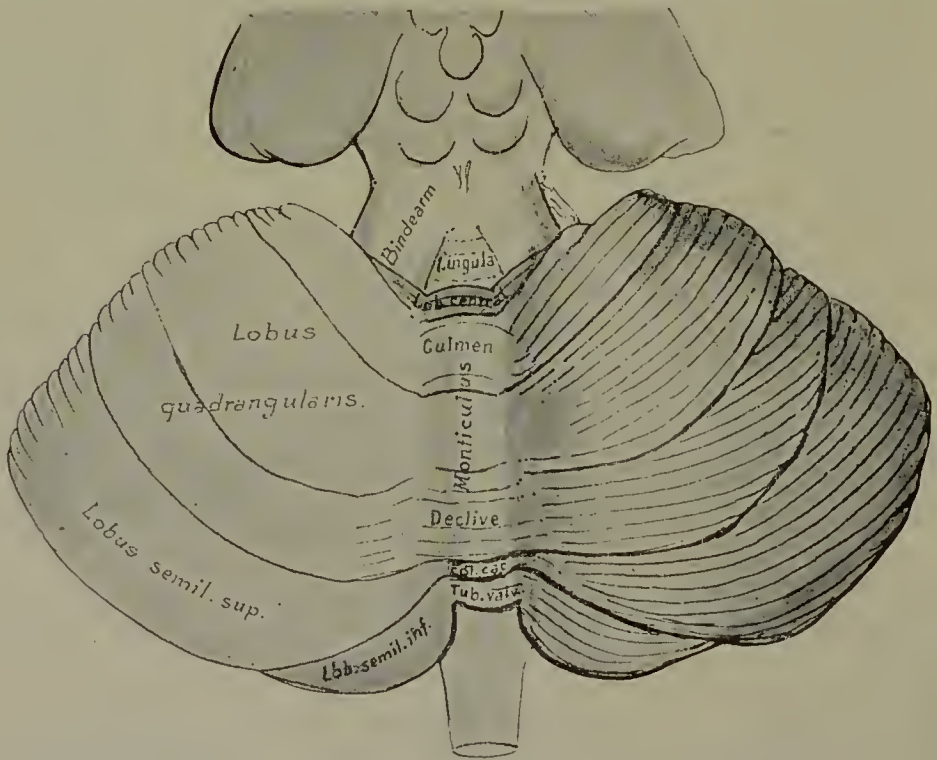


Fig. 90.

Das Cerebellum. Dorsale Seite.

den Alten als *Arbor vitae* bezeichnet worden. Man hatte bemerkt, daß ein Stich in ihn sofort tötet, aber übersehen, daß das nur eintritt, wenn die darunter liegende Rautengrube mitgetroffen wird.

Macht man einen Horizontalschnitt durch das Kleinhirn, wie ihn Fig. 92 darstellt, so sieht man, daß vom Markweiß umgeben, mitten im Wurm eine Anzahl grauer Kerne liegen. Der Nucleus medialis geht in der menschlichen Anatomie unter dem Namen Dachkern Nucleus fastigii, der zwei geteilte Nucleus lateralis unter dem Namen Pfropf, Embolus und Kugelkern, Nucleus globosus. Am weitesten lateral liegt zum Teil schon in den Hemisphären der Nucleus dentatus, ein der Oblongatolive ähnlich gebauter Körper. Die medi-

aleren Kerne nehmen höchst wahrscheinlich, wie der ihnen anliegende Vestibulariskern, Fig. 81, Fasern aus den sensiblen Hirnnerven auf.

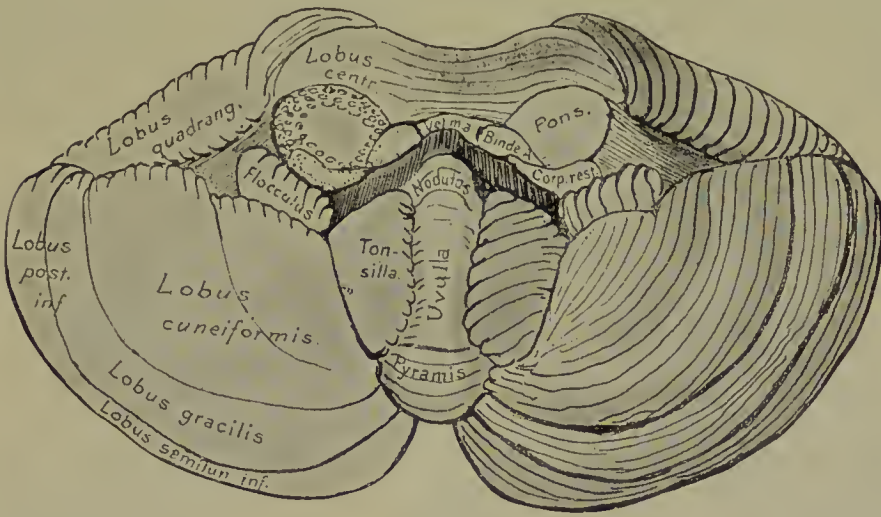


Fig. 91.

Das Cerebellum. Ventrale Seite.

Die Kleinhirnrinde ist überall ziemlich gleich gebaut, ob sie nun als dünnes Plättchen die Oblongata eines Frosches überzieht, oder in viel

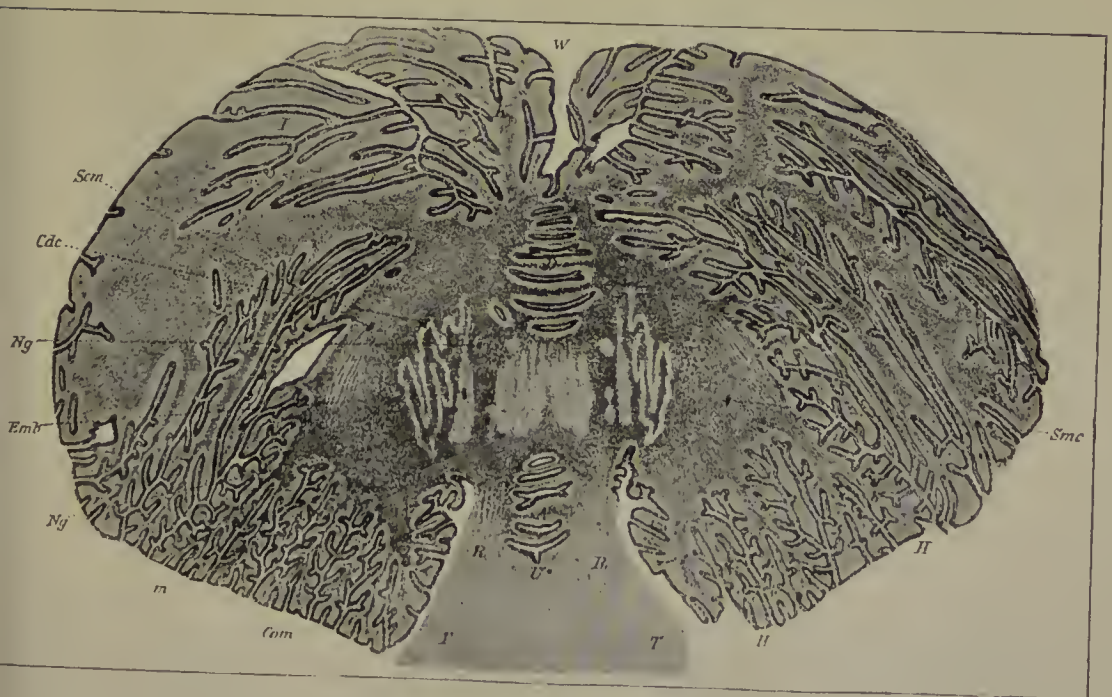


Fig. 92.

Horizontalschnitt durch das Kleinhirn. Der Schnitt durchtrennt vorn die Gegend unter den Vierhügeln *T*, dann die Bindearme *R* und zwischen diesen die Lingula *U*. Vor dieser liegen im Wurme die Dachkerne *m*, der Kugeln Ng, der Pfropf *Emb* und in den Hemisphären beiderseits das Corpus dentatum cerebelli *Cdc*. Nach B. Stilling.

gefaltetem Zustand das mächtige Kleinhirn des Menschen oder das noch viel größere der schwimmenden Säuger überdeckt.

Schon bei schwacher Vergrößerung unterscheidet man drei verschiedene Schichten. Die Zona mollecularis außen, die aus kleinen Körnern zusammengesetzte Zona granulosa innen, und zwischen beiden eine Lage sehr großer Zellen, die man als Purkinjesche Zellen bezeichnet. Diese Zellen, 1. der Fig. 93, senden prachtvoll aufgezweigte Dendriten in die Molekularschicht

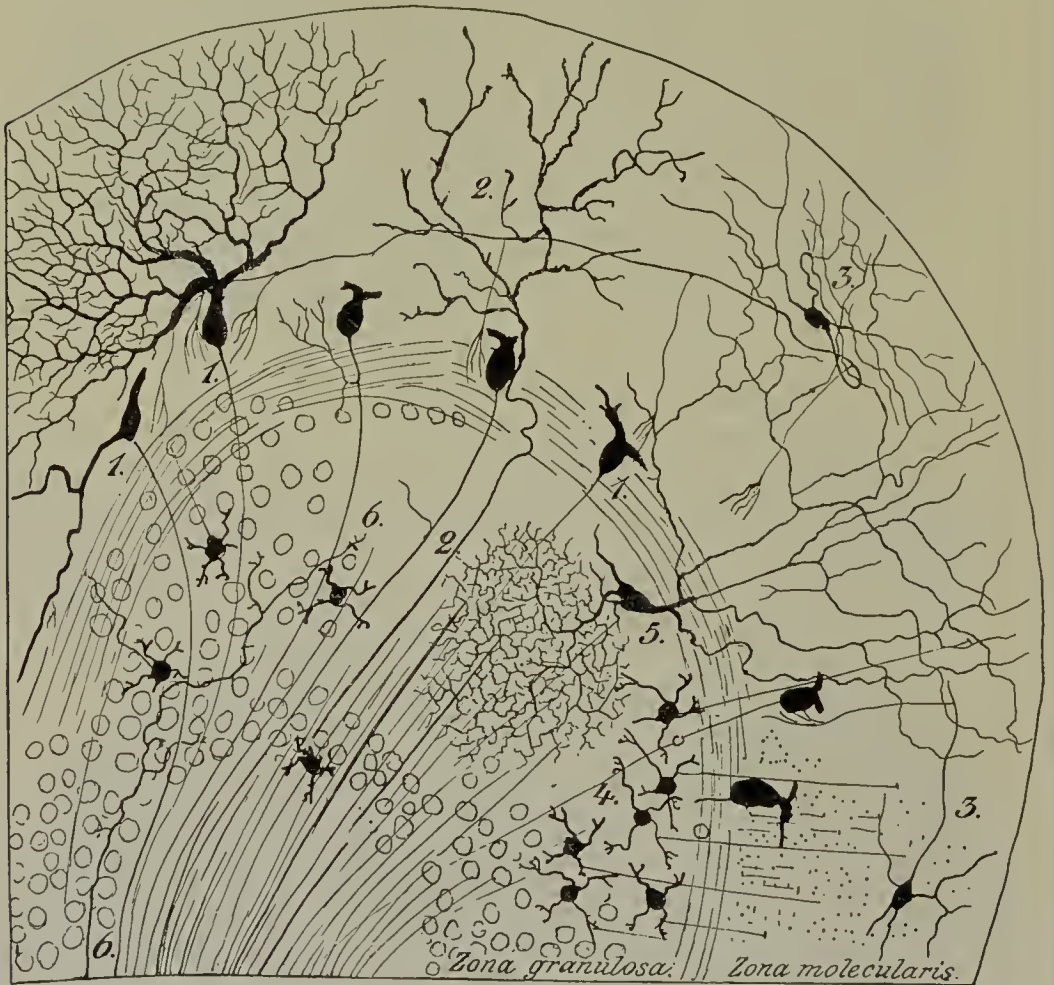


Fig. 93.

Schnitt in sagittaler Richtung durch die Rinde des Cerebellums nach Behandlung mit der Methode von Golgi. Zusammenstellung einzelner da beobachteter Zellen auf einen Schnitt. Nach Zeichnungen von S. R. y Cajal und v. Gehuchten. Es sind mehr Zellarten bekannt.

hinaus, so viele, daß sie fast deren Hauptmaße ausmachen. Ihr Achsenzylinder begibt sich in den Markstrahl hinein. Es treten aber auch, 2. der Fig. 93, aus dem Markstrahl Fasern in die Molekularschicht und es liegen dort 3. zahlreiche Assoziationszellen, deren Ausläufer in prachtvollem korbartigem Geflecht die Purkinjeschen Zellen umfassen. Auch von anderen Zellen her bekommen jene gelegentlich Umfassungskörbe.

Ich will Sie nicht damit aufhalten eine große Reihe histologischer Details, die wir schon über die Kleinhirnrinde kennen, hier vorzutragen,

weil wir ihre Bedeutung und das eigentliche Aufbauprinzip dieser Rinde noch nicht genügend kennen.

Dagegen sind wir durch eine Anzahl Arbeiten der letzten Jahre allmählich so weit gekommen, daß wir über das Prinzip wie der Klein-

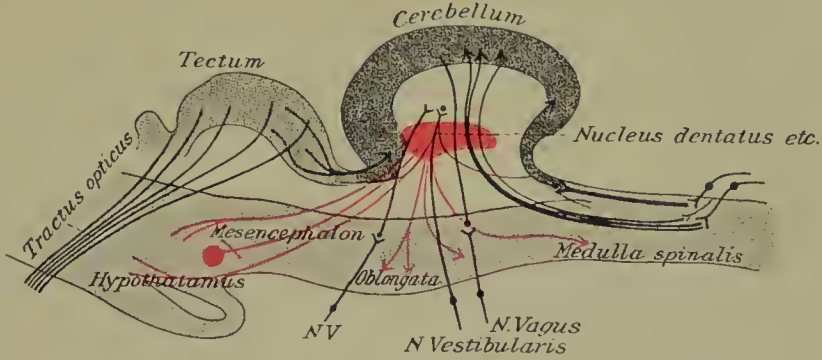


Fig. 94.

Die wichtigsten Verbindungen des Kleinhirnes. Schema, receptorische Bahnen schwarz, effektorische rot.

hirnapparat dem übrigen Nervensystem eingeschaltet wird, relativ Einfaches aussagen können. Sie wissen aus früheren Vorlesungen und sehen es auf Fig. 94 schematisiert, daß die Rinde des Kleinhirnes Zuzüge enthält aus den Endstätten vieler sensibler Nerven. Vom Rückenmark



Fig. 95.

Sagittalschnitt durch das Kleinhirn in der Ebene des Restformeeintrittes. Zeigt den Verlauf des unteren Kleinhirnnerves innerhalb des Kleinhirnes zu gutem Teile. Zur Orientierung über die Schnittebene beachte man den lateralen Abschnitt der Olive ventral von dem Corpus restiforme.

her gelangen die sekundären Fortsetzungen von Hinterwurzeln, Züge aus den Hinterstrangkernen und die Kleinhirnseitenstrangbahnen in dasselbe hinein. Eben solche Zuzüge treten von einigen Hirnnerven ein, einen besonders mächtigen sendet die Olive dahin. Alle diese Re-

zeptionen werden dem Kleinhirn durch das Corpus restiforme zugeführt. Nur sensible Fasern aus dem Mittelhirndach (Tectum) müssen von frontal her eintreten. S. Fig. 94.

Die spinalen Fasern enden im gekreuzten Wurme, den sie auf

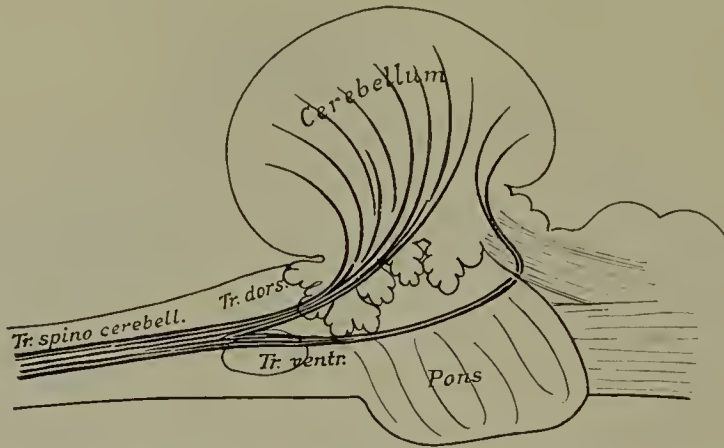


Fig. 96.

Die dorsale und die ventrale Abteilung des Tractus spino-cerebellaris in ihrem Verhalten zu Rückenmark und Kleinhirn.

dem Fig. 81 und 96 sichtbaren Wege erreichen; die aus den Oliven stammenden enden gleichseitig, wohl meist in den Hemisphären.

Das Großhirn sendet seine Tractus cortico-pontini zu den Pons-



Fig. 97.

Ein Sagittalschnitt durch das Kleinhirn im Niveau der austretenden Bindearme. Zeigt deren Verlauf vom Ursprung bis zur Kreuzung.

ganglien und aus diesen entspringen die Brachia pontis, welche als Ponsfasern kreuzend in die Hemisphäre des Kleinhirnes hineinziehen, Fig. 82.

Das Kleinhirn sendet aber auch Bahnen aus. Sie stammen aus den Kernen und enden alle in den als Nucleus motorius tegmenti bezeichneten Ganglienzellgruppen der Haube. Die zu der Oblongata und dem frontalen Rückenmarkende gehenden Züge liegen im Corpus restiforme. Viel stärker als sie sind die zur Haube des Mittelkernes ziehenden, die vorderen Schenkel oder Bindearme. Sie entspringen im Corpus dentatum und ziehen bis unter die Basis der Vierhügel, dort kreuzen sie und enden zum größten Teil, jederseits in einem mächtigen rundlichen Kern, dem Nucleus ruber tegmenti, zu geringerem ziehen sie weiter bis in den Thalamus. Vergl. Fig. 97.

Dieser Überblick der Kleinhirnarne lehrt, daß im Cerebellum ein Apparat gegeben sein muß, welcher besser als irgend ein anderer des Zentralnervensystems geeignet ist, irgendwie die aus dem sensorischen Apparat anlangenden Eindrücke auf motorische und regulatorische Apparate zu übertragen.

Das Kleinhirn empfängt Impressionen aus mindestens 3 verschiedenen Quellen. Aus den Endkernen der cortico-pontinen Bahn entspringen die Brückenarme, die also Rezeptionen aus dem Großhirn zuführen. Aus den Endstätten der sensiblen Nerven des Rumpfes und Nackens, ebenso aus den Endstätten des Vestibularis erwachsen ihm durch die Tractus spino-cerebellares und durch die Tractus nucleo-cerebellares weitere Eindrücke.

Schließlich erhält es Rezeptionen aus dem mächtigen, zwischen Rückenmark und Thalamus eingeschalteten Olivenapparat. Die erstgenannte und die letztgenannte Bahn fehlen den niederen Vertebraten, treten erst allmählich zunehmend bei den Säugern auf. Sie gehören also nicht zum Grundmechanismus des Kleinhirnes. Dieser wird, wie ganz besonders die Verhältnisse bei den Haien lehren, wo das Cerebellum sehr mächtig entwickelt ist, wesentlich von den sekundären sensiblen Wurzelfasern angeregt.

Aus dem Kleinhirn weg führen Bahnen einmal zu den Kernen der Augenbewegungen via dorsales Längsbündel, welches zweifellos die Augenbewegungen und durch seinen zum Rückenmark absteigenden Teil wohl auch Rumpfbewegungen reguliert. Aus dessen Ursprungsgebiet, dem Deitersschen Kern, entspringt dann noch eine direkte Bahn zum Rückenmark.

Eine zweite mächtige, aus dem Cerebellum fortleitende Bahn ist der Bindearm, der im roten Kern der Haube endet, wo Thalamuszüge ihn indirekt und Stabkranzbahnen ihn direkt mit dem Großhirn verknüpfen.

Dieser Primärapparat erhält bei den Säugern noch den Zuwachs des Olivenapparates — unbekannter Funktion — und denjenigen aus dem Großhirne. Der letztere vermag wahrscheinlich mancherlei Störungen auszugleichen, welche durch Kleinhirnausfall entstehen, dafür spricht das Verhalten von Tieren, denen man das Cerebellum abgetragen hat und der Umstand, daß bei Menschen mit angeborenem Kleinhirndefekte fast alle Störungen sich im Leben allmählich ausgleichen. Bei Tierversuchen wären demnach die Säuger unter ganz anderen Gesichtspunkten zu betrachten als die niederen Vertebraten. Das ist bisher nicht geschehen.

Schon die Verbindungen lassen vermuten, daß in dem Cerebellum ursprünglich ein Apparat gegeben ist, der irgendwie mit der Statik des Körpers zu tun hat, denn alle zuleitenden und die Mehrzahl der ableitenden Bahnen dienen nur dieser.

Das Experiment und die klinische Beobachtung stehen mit den aus dem Bau gefolgerten Schlüssen in Einklang und führen in der Erkenntnis wesentlich weiter.

Wegnahme einer Kleinhirnhemisphäre führt zu einem sehr komplizierten Krankheitsbilde. Es treten die allermannigfachsten Paresen und Spasmen nebeneinander ein. Alle Bewegungen werden so ataktisch, daß die Tiere manchmal nicht fressen können. Sie stürzen und taumeln und sie ermüden enorm schnell. Das alles kann zu gutem Teile sich allmählich ausgleichen, nur ein sehr starker Tremor bei jeder intendierten Bewegung bleibt bestehen. Der Gang wird förmlich zickzackartig.

Werden beide Hemisphären mit dem Wurme weggenommen, so sind die Erscheinungen zunächst nicht so heftig, aber im Prinzip die gleichen. Namentlich die Unsicherheit und Hypotonie im Bereiche der Muskeln, besonders der Wirbelsäule fällt auf.

Die Zerstörung des Wurmes allein oder die Sagittalspaltung des ganzen Kleinhirns führt zu ähnlichen Erscheinungen wie die geschilderten Abtragungen, aber sie gehen früher zurück.

Eine besondere Rolle in dem Ausgleich spielt zweifellos die Großhirnrinde, von der auch andere Einflüsse auf das Kleinhirn bekannt sind.

Erfahrungen der menschlichen Pathologie weisen darauf hin. Außerdem wissen wir, daß die Muskelstarre, welche bei allen Tieren durch Großhirnreizung und oft durch Großhirnabtragung erzeugt werden kann, sofort schwindet, wenn das Kleinhirn — beim Affen kommen Wurm und der größte Teil der Hemisphäre in Betracht — gereizt wird.

Reizung der Rinde bleibt fast symptomlos, dagegen kann man durch Reize, welche die Kerne treffen, sofort tonische Krämpfe erzeugen.

Man kann sich die Bedeutung des Kleinhirnes etwa in der folgenden Weise vorstellen:

Alle Rezeptionen, welche die Muskeln, Gelenke, Sehnen usw. von der Außenwelt erhalten, werden auf den bekannten Bahnen zur Kleinhirnrinde geleitet. Dazu kommen noch diejenigen, welche im Labyrinth aufgenommen werden. Durch die Verbindung des Rindenapparates mit den motorisch arbeitenden Kleinhirnkernen erfolgt die Regulierung des Tonus der Muskeln und ihrer Gemeinschaftsbewegungen (Synergien). Außerdem werden hier die für die Statik so wichtigen Augenbewegungen reguliert. Wahrscheinlich erfolgen alle diese Regulationen gleichseitig und zu geringerem Teile auch gekreuzt. Großhirnrinde und Thalamus wirken auf einen bereits geregelten Bewegungsapparat ein. Ganz speziell erhält das Kleinhirn den Tonus und die Koordination der Muskulatur von Wirbelsäule und Extremitätenwurzeln, Haltung und Gang so regulierend.

Die Symptomatologie der Kleinhirnerkrankungen ist noch relativ unbekannt. Einmal weil im Organismus Einrichtungen bestehen, welche für ausfallende Cerebellarfunktionen kompensierend eintreten können, dann weil wir offenbar noch nicht ausreichend diagnostisch sehen gelernt haben. Noch entgehen uns zu viele Abweichungen vom Normalen. In einem von mir beobachteten Falle von Mangel einer Cerebellarhälfte, der seit der Fötalzeit bestand, hat keinerlei für unser heutiges Erkennen nachweisbares Ausfallsymptom bestanden. Zweifellos war sehr vieles kompensiert. Bei der Enge des Raumes unter dem Tentorium, in welchem das Cerebellum liegt, sind bei Tumoren usw. neben den Lokalsymptomen oft die Nachbarschaftssymptome oder die Allgemeinsymptome, welche von den vermehrten Schädelinnendruck herrühren, besonders gut ausgeprägt.

Die Symptome, welche Erkrankung der Kleinhirnhemisphären macht, sind noch ganz unbekannt. Erkrankungen des Wurmes, besonders seiner caudalen Abteilung, oder Beteiligung des Wurmes bei Hemisphären-



erkrankung erzeugt eine Reihe von Lokalsymptomen. Vor allem die cerebellare Ataxie. Sie haben gesehen, daß in dem Wurme einerseits Fasern aus allen Endkernen der sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven enden und daß andererseits ebenda ein Assoziationsapparat entspringt, derjenige des Deitersschen Kernes, welcher wohl geeignet ist, alle Bahnen, die zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes dienen, zu beeinflussen. Denn gerade durch diesen Apparat lassen sich auch Störungen in der Augenstellung und in der Kopfstellung erklären, welche gelegentlich bei Kleinhirnerkrankungen vorkommen. Da das vermittelnde Bündel, das dorsale Längsbündel durch die Oblongata bis zu den Vierhügeln hin verläuft, so können natürlich auch von anderen Punkten dieses Verlaufes aus die gleichen Symptome entstehen. Die Tierversuche weisen daraufhin, daß man bei Wurmerkrankungen auch auf eine gewisse Schwäche des Muskeltonus zu achten haben wird. Als Frühsymptom ist manchmal Schwindel, echter Drehschwindel, von Wichtigkeit, er kann während des ganzen Verlaufes von Kleinhirnerkrankungen anfallsweise auftreten.

Noch nicht sicher entschieden ist, ob eine gewisse Tremorform, welche viel Ähnlichkeit mit ataktischem Zittern hat, ein Herdsymptom oder ein Nachbarsymptom ist. Das gleiche gilt von einer ähnlichen ataktischen Sprachstörung.

Kleinhirnerkrankungen machen direkt weder motorische Ausfallerscheinungen, noch auch psychische Störungen.

## Zehnte Vorlesung.

### Das Mittelhirn.

M. H.! Frontal vom Kleinhirn ändert sich das Bild der Brückenhaube natürlich. Einmal, weil keine Nerven mehr eintreten, dann weil wie ein Blick auf Fig. 100 zeigt, der 4. Ventrikel sich zu dem Aqueductus Sylvii verengert, und schließlich, weil die mächtigen Bindearme aus dem Kleinhirn, ja an dieser Stelle beiderseits nach der Gegend unter den Vierhügeln streben. Das Dach des Aqueductus wird hier von dem Velum medullare anticum gebildet, auf welchem, vergl. Fig. 98 und Fig. 105, noch ein dünnes Kleinhirnblättchen, die Lingula liegt. Die anderen Bahnen, welche Sie kennen, bleiben wie Fig. 98 zeigt, genau so liegen, wie weiter caudal. Allmählich scheidet sich an dieser Stelle die ganze Hirnmasse deutlicher als bisher in 2 distinkte Abschnitte, in den dorsalen palaeencephalen und den ventralen neencephalen Abschnitt. Der dorsalere, die Haube, ist durch die Schicht der beiden Schleifen von dem ventraleren, welchen man seit langem als Fußschicht bezeichnet, geschieden.

Die Schleifenschicht besteht aus sehr vielerlei Faserarten, sie sieht nur makroskopisch wie eine einheitliche Querschicht aus; in ihr liegen ganz nahe der Mittellinie die Tractus cortico-bulbares, welche die Hirnrinde mit den motorischen Kernen der Oblongata verbinden, also Analoga der Pyramidenbahn darstellen. Weiter lateral in breitester Schicht

liegen Teile der medialen Schleife, die Tractus bulbo-thalamici und spino-thalamici, welche hierher aus ihren kaudalen Endstätten hinauf

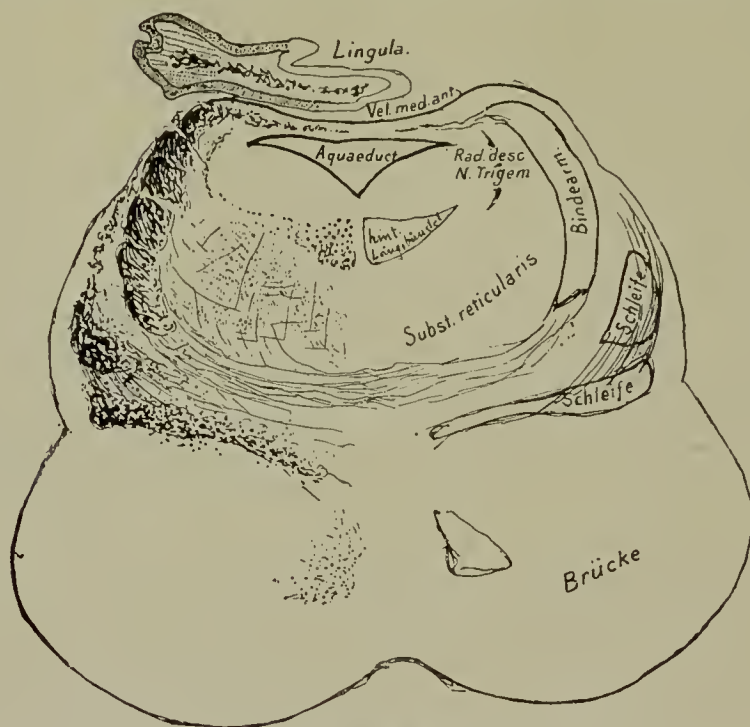


Fig. 98.

Schnitt durch die obere Brückengegend von einem Flötus aus dem neunten Schwangerschaftsmonate.

zum Thalamus ziehen. Fig. 100. Und noch weiter lateral man begegnet der sog. lateralen Schleife, mit eingelagerten Kernen, einem Bahnsystem,

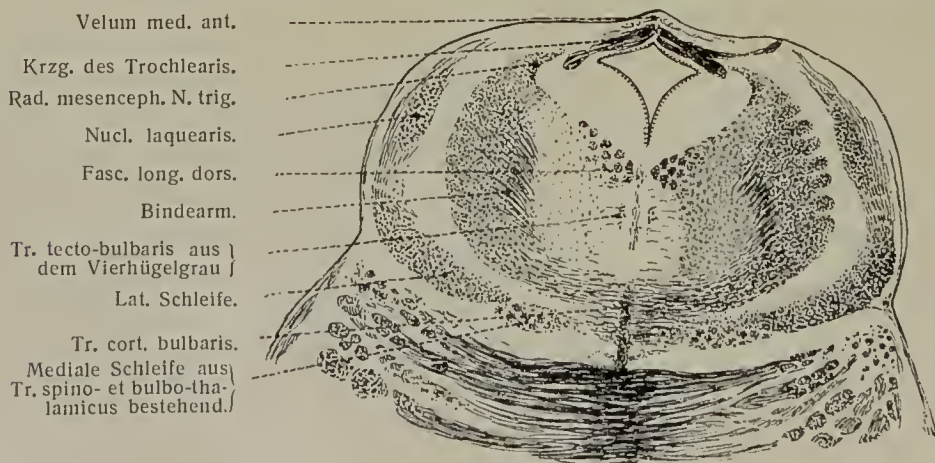


Fig. 99.

Der gleiche Schnitt, etwas weiter frontal. Die Bindearme sind medial gerückt, die Schleife liegt lateral und ventral von ihnen. Vom Erwachsenen.

das wie Sie wissen, dem Acusticus angehört und aus den oberen Oliven entspringend hinauf zu den hinteren Vierhügeln zieht. Jetzt, wo die

gesamte sekundäre sensible Faserung beisammen liegt, lohnt es an der Fig. 100 gegebenen Abbildung noch einmal den Gesamtverlauf zu betrachten.

Schon macht sich auch die Nähe der Vierhügel dadurch geltend, daß die bisher kaum erwähnten Bahnen aus ihnen lateral im Schleifenbereich zum Rückenmark und der Oblongata und medial, ventral vom dorsalen Längsbündel, Tractus tecto-bulbares et spinales, größer und deutlicher sichtbar werden.

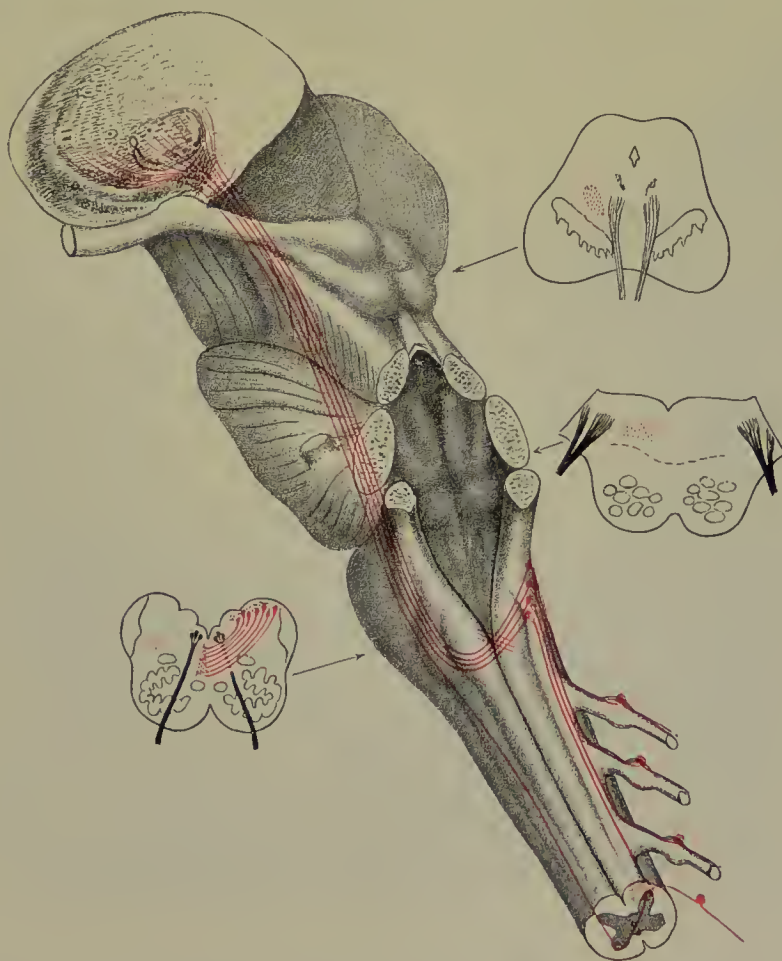


Fig. 100.

Der Gesamtverlauf der medialen Schleife.

Die Bindearme beginnen nun zu kreuzen. Sie rücken deshalb mehr und mehr medial und werden immer stärker von der lateralen Schleife bedeckt. Fig. 98.

Jetzt wollen wir uns einmal die Fußfaserung näher betrachten. Ich lege einen Schnitt dicht hinter den Vierhügeln an. In seinem dorsalen Abschnitt lehrt er Sie nichts Neues, nur sehen Sie, was noch nicht erwähnt ist, daß im Velum medullare die Nervi trochleares kreuzen, eine Kreuzung, die auch schon auf Fig. 98 sichtbar war.

Die Nerven treten dann aus dem Velum aus und an der lateralen Seite des Mittelhirns zur Basis. Ventral von der Lamina laquearis geht der Schnitt noch durch die Brücke, aber Sie sehen, wie deren Fasern rechts und links von der Querfaserung frei geworden, als *Pes pedunculi* hinein in das Hirn ziehen. Würde man nur einen Millimeter weiter frontal den Schnitt anlegen, so erhielt man das Bild, welches Fig. 102 bietet, man bekäme nämlich ventral die fast frei gewordenen Hirnschenkel, ganz dorsal aber schon die hinteren Vier-

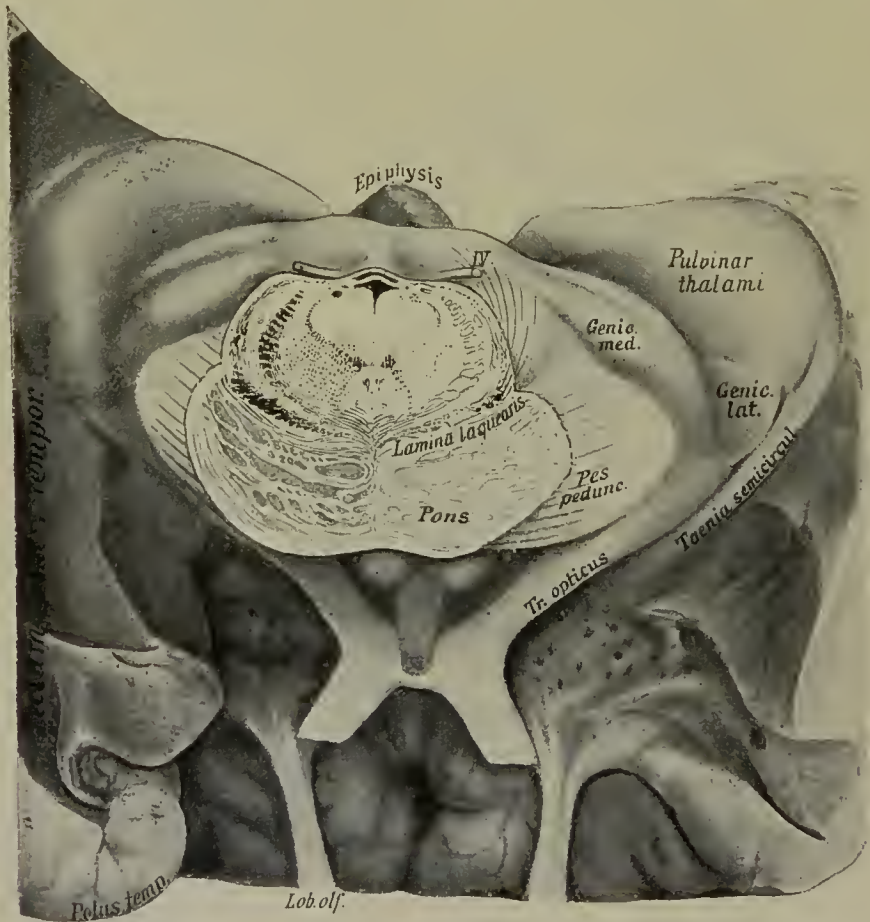


Fig. 101.

Hirnbasis. Schnitt durch die Brücke. Blick auf das Mittelhirn. Die aus der Brücke austretenden Fußbahnen des Hirnschenkels.

hügel; das erhellt aus der Betrachtung der Fig. 101 augenblicklich. In dieser Höhe begegnet man auch, und das ist auf Fig. 102 ganz deutlich, der totalen Kreuzung der Bindearme, ebenso wie man den Eintritt der lateralen Schleife in die Vierhügel sieht.

In der ungeheuren Fasermasse des Hirnschenkelfußes treten die sämtlichen neencephalen Bahnen aus der Hirnrinde hinab zur Brücke und weiter zum Rückenmark. Die Brückenfasern liegen ganz medial und ganz lateral, die Tractus cortico-

spinales und die Tractus cortico-bulbares zwischen beiden Faserzügen. S. Fig. 107.

Der Hirnschenkelfuß, der also alle Bahnen enthält, durch die das Großhirn Einfluß auf andere Hirnteile gewinnt, fehlt nicht nur allen Tieren, welche noch keine ordentliche neencephale Entwicklung haben, er ist auch bei den niederstehenden Säugern noch recht klein, und wenn einmal, wie es vorkommt, ein Kind mit mächtigen Großhirndefekten geboren wird, dann fehlt ihm sicher auch die Fußfaserung.

In dem sehr spitzen Winkel, welchen dicht vor der Brücke die Hirnschenkel mit einander bilden, liegt zwischen ihnen ein beim Menschen kleines, bei vielen Tieren sehr mächtiges Ganglion, das Corpus

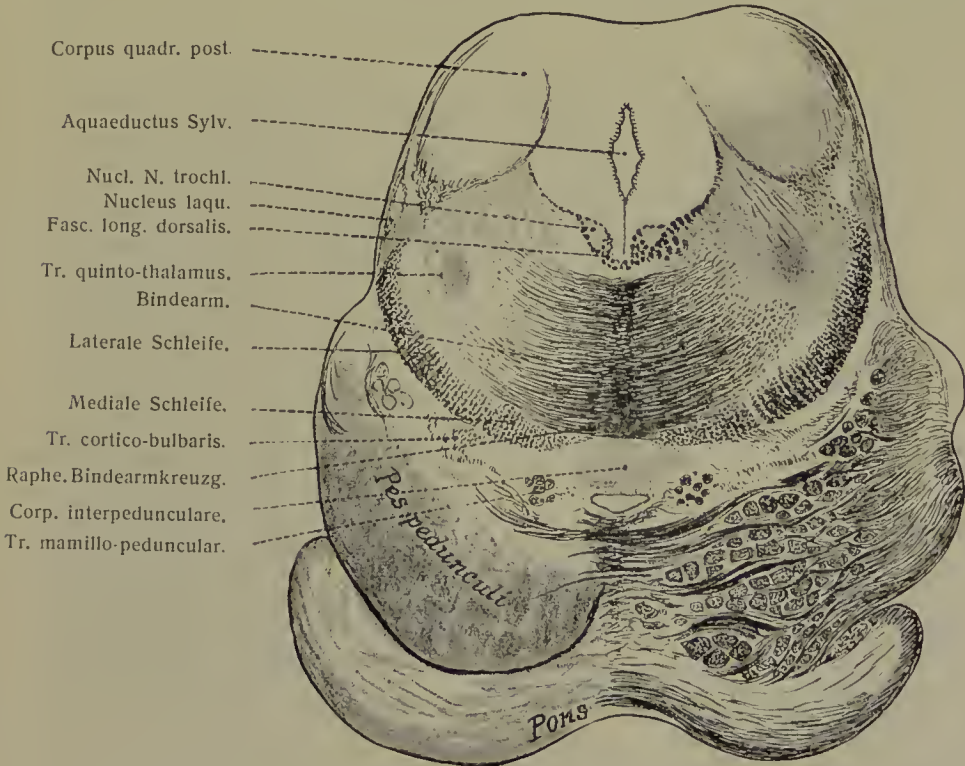


Fig. 102.

Schnitt durch die Gegend des frontalsten Brückenendes, Erwachsener.

interpedunculare. Hier endet ein Faserzug aus dem Ganglion habenulae. Da dieses Ganglion ganz dorsal und frontal am Thalamus liegt (Fig. 32) muß der Tractus habenulo-peduncularis auf seinem Laufe durch Zwischen- und Mittelhirn, den Sie Fig. 114 gut sehen, kaudal umbiegen, um zu dem basalen Ganglion zu gelangen. Er hieß deshalb bisher Fasciculus retroflexus.

Aus den Zellen des Corpus interpedunculare entspringt ein dorsalwärts in die Haube des Mittelhirnes ziehendes Bündel, Haubenbündel des Ganglion interpedunculare.

Dicht frontal von der Brücke legt sich zwischen den Hirnschenkelfuß und die Haube eine breite ganglienzellreiche Schicht, die sich

durch ihr schwarzes Pigment schon makroskopisch sofort auf dem frischen Schnitt geltend macht. Es ist die Substantia nigra Sömmeringi, ein Ganglion noch unbekannter Bedeutung, das aber reichliche Faserzuflüsse erhält. Aus der Fußfaserung gelangen viele Bündel hinein und aus dem Corpus striatum des Vorderhirnes endet ebenfalls eine mächtige Faserung.

Die Bindearme aus dem Kleinhirn kreuzen nun vollständig und jeder endet in einem großen rundlichen Kern, Nucleus ruber tegmenti, Fig. 103. Aus diesem entspringt kreuzend der zum Rückenmarke ziehende Tractus rubro-spinalis. Das ganze System wird aus Fig. 104 leicht klar.

Die Vierhügel. Der dorsale Abschnitt, das Dach der Mittel-

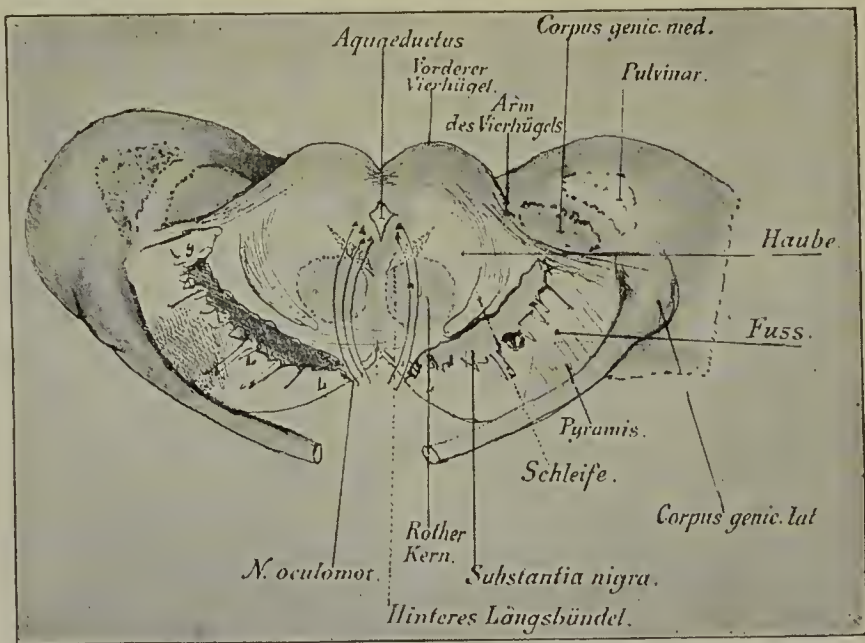


Fig. 103.

Querschnitt durch die vorderen Vierhügel (etwas schematisiert).

hirnhaube, ist bei allen Vertebraten im wesentlichen Aufnahmestätte für den Tractus opticus und heißt daher Tectum opticum. Bei den Säugern sind hier rückgängige Prozesse eingetreten, der Opticus endet nur mit einem kleinen, in der Reihe noch sehr wechselnden Anteil im Dache, seine anderen Endstellen sind mächtiger geworden. Der kaudale Dachabschnitt aber tritt bei den Säugern mehr hervor; Ganglien, welche bei den niederen Vertebraten in der Tiefe liegen, ragen als Höcker empor. Man unterscheidet diese letzteren als hintere Vierhügel von den vorderen. Bei vielen niederen Säugern ist diese bei den Menschen sehr deutliche Abgrenzung noch gar nicht sichtbar. Caudal gehen die Vierhügel in das Velum medullare anticum über.

Von der Seite treten an die Vierhügel die vorderen und hinteren Vierhügelarme heran. Die vorderen setzen sie in Verbindung mit einem kleinen Ganglion, dem Corpus geniculatum laterale, die hinteren mit einem ebensolchen, dem Corpus geniculatum mediale. Am besten orientieren Sie sich zunächst an der Abbildung Fig. 105.

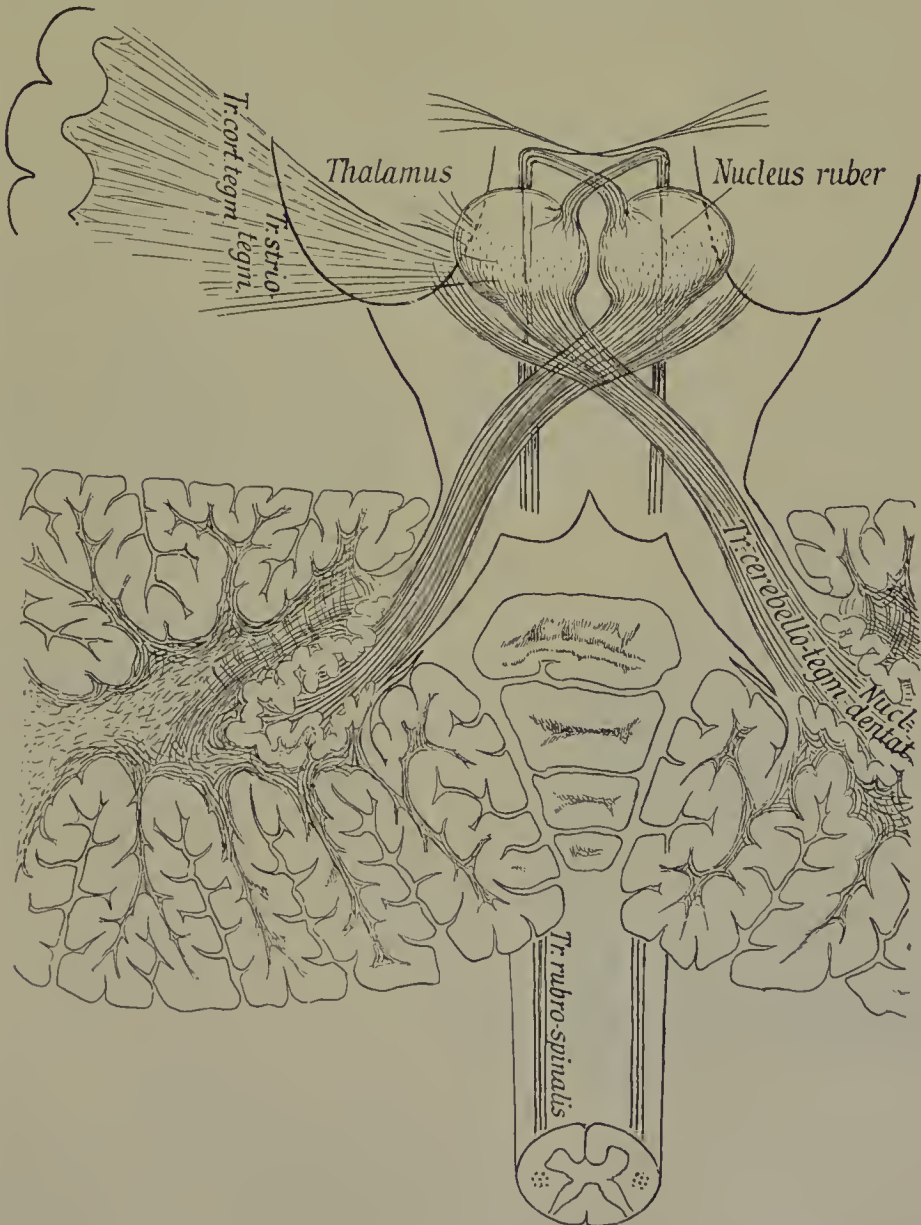


Fig. 104.

Horizontalschnitt durch Mittel- und Kleinhirn. Der rote Haubenkern und seine Verbindungen. Halbschema.

Die vorderen Arme sind im wesentlichen Fortsetzungen des Schnerven, welcher hier und in dem Geniculatum laterale endet, außerdem enthalten sie die Großhirnbahnen zum vorderen Hügel. Die hinteren Arme führen eben-

falls Großhirnbahnen; auf der Oberfläche aber bestehen sie im wesentlichen aus Zügen, welche die akustischen Endstätten in der Oblongata mit dem Geniculatum mediale verbinden, also aus Fortsetzungen der lateralen Schleife.

Der Eigenapparat der vorderen Vierhügel nimmt Optikusfasern in seinen äußeren Schichten auf und steht durch seine tiefen in Beziehung zur Oblongata und dem Rückenmarke. Derjenige des hinteren Hügels nimmt im wesentlichen die sekundären und tertiären Octavusbahnen auf, steht aber sonst in gleichen Faserbeziehungen wie das vordere Vierhügelgrau. Innerhalb der Vierhügelplatte — Tectum opticum — liegt eine mächtige Querverbindung, die Dachkommissur. Das Faserweiß der Vierhügel wird als deren tiefes Mark bezeichnet. Wir wissen, daß in ihm aufgehen: Tractus bulbo-tectales —

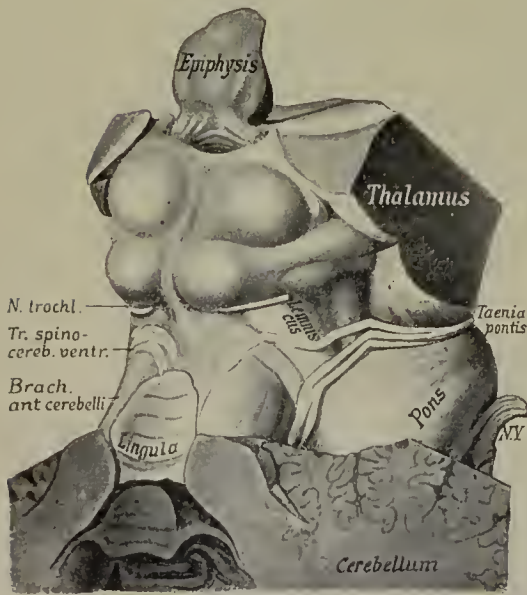


Fig. 105.

Die Vierhügel und ihre Umgebung.  
Nach G. Retzius.

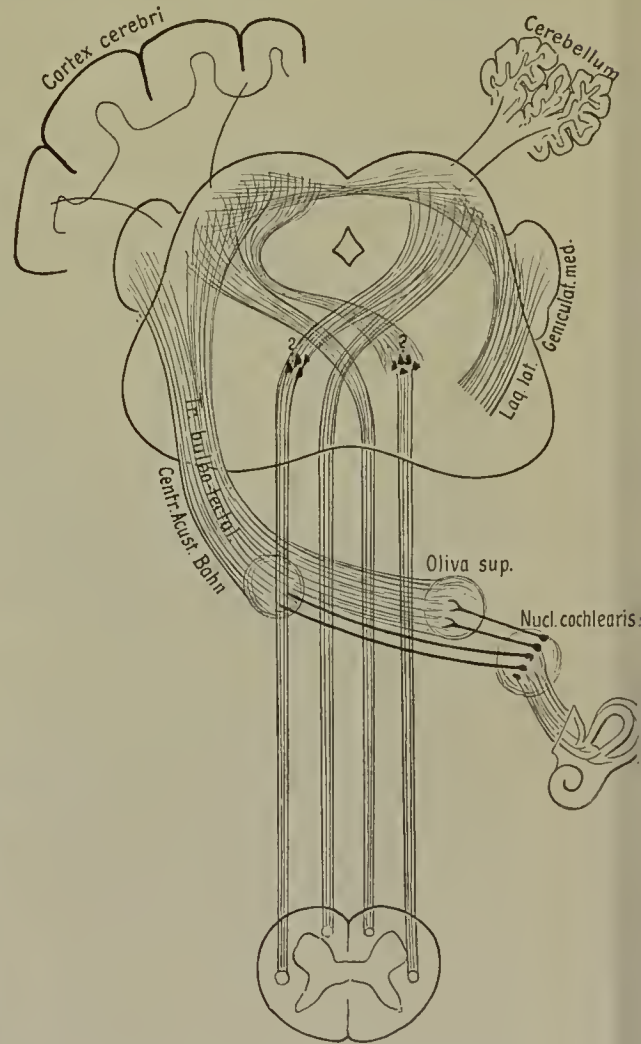


Fig. 106.

Die Fasern aus und zu dem Vierhügeldache.  
Halbschema.

die mächtigsten sind die erwähnten der lateralen Schleife — und Tractus spino-tectales und wissen, daß mindestens bis in die Oblongata auch Züge kreuzend hinabziehen. Sie sind auf Fig. 99 dicht ventral vom dorsalen Längsbündel zu sehen.

Der Aquaeductus Sylvii ist auf seine ganze Länge von dickem, „zentralem Höhlengrau“ umgeben. Dieses wird wiederum von den Zügen des tiefen Markes umfaßt.



Im zentralen Höhlengrau unter den Vierhügeln liegen seitlich vom Aquädukte und direkt unter ihm einige Kernansammlungen, welche unser besonderes Interesse beanspruchen. Zunächst wird es von einem sehr feinen Netz erfüllt, in dem zahlreiche kleine Ganglienzellen liegen, Kern des zentralen Höhlengraues. An seiner lateralen Grenze, dicht auf der Faserung des tiefen Markes, liegen große Zellen, welche ihre Fasern hinab in den Trigemini senden.



Fig. 107.

Schnitt dicht hinter den vorderen Vierhügeln.

Nucleus mesencephalicus N. V und ventral, zu beiden Seiten des Aquäduktes werden die Nuclei Nervi oculomotorii getroffen. In der Fig. 107 sehen Sie die Wurzeln des dritten Nerven gekreuzt und ungekreuzt entspringen, die ganze Haube durchbohren und an der Hirnbasis zwischen den Hirnschenkeln austreten.

Diese Figur ist geeignet, das bisher Vorgetragene bequem nochmals zu übersehen. Beachten Sie die folgenden Teile in ihr:

1. Fuß des Hirnschenkels. Noch marklos; nach einem Präparate von einem vierwöchigen Kinde ist die Pyramidenbahn eingezeichnet. Ein Bündel verläßt in dieser Gegend die Pyramide, und indem es den Fuß umzieht, gelangt es, allerdings erst in kaudaler liegenden Ebenen, direkt als medialstes Bündel in die Schleifenschicht und von da zu den Kernen der motorischen Hirnnerven. Es ist der Tractus cortico-bulbaris.

2. Die Substantia nigra. Die zahlreichen, hier beim Neugeborenen sichtbaren Markfasern stammen aus dem Corpus striatum.

3. Haube des Hirnschenkels. Ganz medial die Kreuzung aus Fasern des tiefen Markes zum Tractus tecto-bulbaris, dessen Querschnitt sich eben hier anlegt. Die ventralsten, hier in Bogenrichtung gezeichneten Fasern, stellen die Kreuzung der Tractus rubro-spinales dar, deren eines Querschnittbündel rechts, dicht unter dem dicken roten Kerne sichtbar wird.

4. Die Schleifenschicht umfaßt ventral und lateral die Haube. Der laterale Teil bleibt in dem Mittelhirn, der mediale zieht zum Thalamus weiter.

5. Das dicke Markfeld, dorsal von dem roten Kerne, enthält verschiedene aus dem Thalamus stammende Faserzüge und den Tractus thalamo-olivaris. Alle diese Teile werden von den Fasern des tiefen Markes durchquert.

6. Vierhügel. Das Ganglion des vorderen Hügel ist sichtbar, in welches durch den Arm rechts die links besser sichtbaren Optikus- usw. Bahnen eindringen. Die Kommissur und Kreuzung des tiefen Markes, deren Ursprung links angedeutet ist, zu beachten.

7. Das zentrale Höhlengrau um den Aquäduktus, mit den Kernen des Trigemini und des Oculomotorius.

Die Kerne der einzelnen Augenmuskeln lassen sich, wie das folgende Schema eines Horizontalschnittes zeigt, innerhalb des gemeinsamen Oculomotoriuskernes (experimentell) abscheiden. Aus einer der median liegenden Zellengruppen gehen Fasern in das Ganglion ciliare. Von diesem erst werden die Binnenmuskeln des Auges innerviert. Die Kerngruppe ganz kaudal entsendet den Trochlearis in fast horizontalem Verlaufe zu seiner Kreuzung im Velum anticum.

Die anatomische Grundlage für den von der Klinik postulierten direkten und gekreuzten Zusammenhang des Okulomotorius mit den Zentren des Optikus ist noch nicht sicher nachgewiesen.

Diese für die Pupillarbewegung notwendige Bahn besteht jedenfalls: a) aus dem zuführenden Ast, im Optikus. Ein solcher zum Mittelhirn ist in den vorderen Vierhügelarmen gegeben; b) aus dem Ast für den Sphinkter iridis. Von diesem wissen wir, daß er im Okulomotorius verläuft und es ist nur noch nicht absolut sicher, ob es sich um direkte Fasern aus dem Kerne zur Iris handelt, oder ob, wie oben als am wahrscheinlichsten angenommen wird, ein Okulomotoriusast zum Ganglion ciliare zieht und aus diesem Ganglion erst die Irisnerven entspringen. Neuerdings ist es Bernheimer gelungen, die Iris total dadurch zu lähmen, daß er bei Affen den frontalsten Teil der Okulomotoriuskernsäule anstach.

Drittens muß ein Mechanismus da sein, welcher die Reflexe zwischen beiden Bahnen, der zuleitenden und der ableitenden, vermittelt. Ein solcher Apparat ist noch zu finden. Aber es liegen im Grau um den Aquaeductus so reiche Fasernetze, daß Gelegenheit genug zu solchen Verbindungen gegeben ist. Das beweisende Experiment oder die beweisende klinische Beobachtung mit nachträglich erhobenen Befunde steht noch aus.

Es ist noch nicht gelungen, die kortikalen Bahnen gerade zu den Augenbewegungsnerven aufzufinden, doch kennt man Bahnen, die aus der Rinde bis in die Vierhügel ziehen.

Aus einer Kernplatte frontal vom Okulomotorius entspringen die Fasern der Commissura posterior. Sie sind diesen zuerst in Fig. 32 begegnet, wo sie ihre dicht frontal von den Vierhügeln ziehenden Querfasern bemerkten. Die Schenkel senken sich jederseits in die Substan-

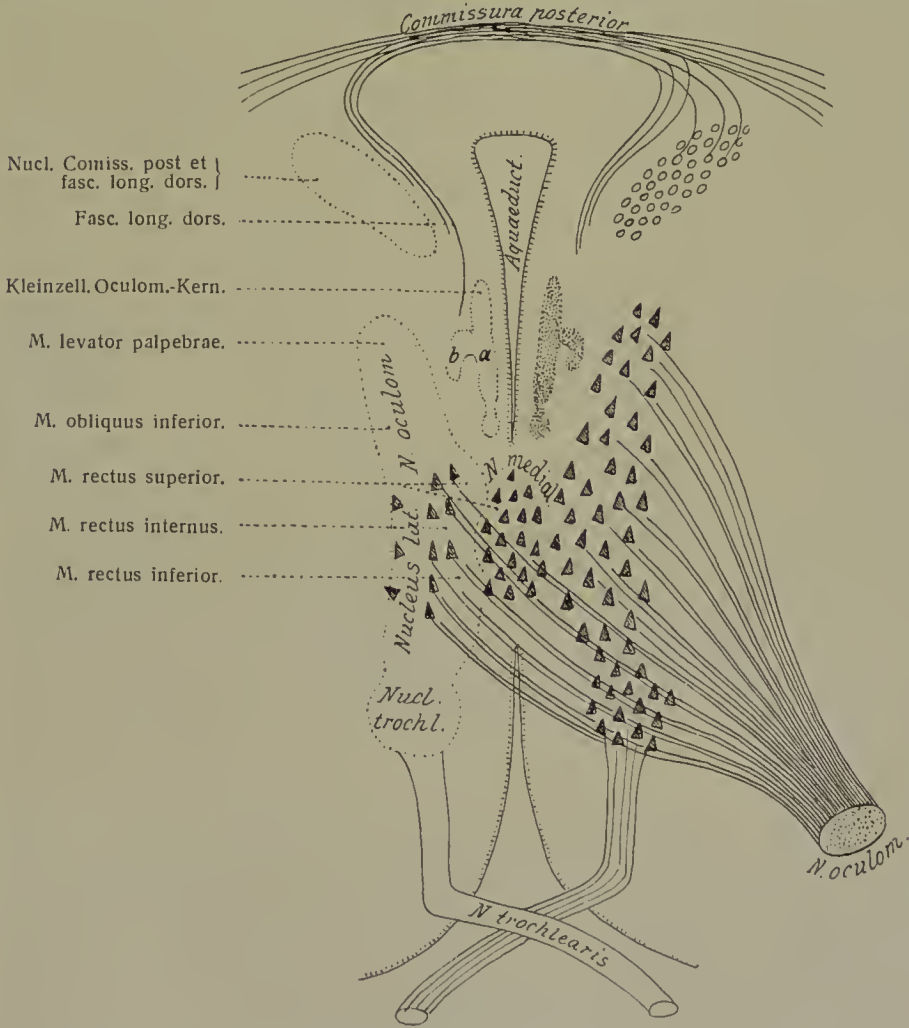


Fig. 108.

Die Gegend unter dem Aquaeductus Sylvii von oben her gesehen. Schema. Lage der Kerne der Commissura posterior, des Oculomotorius und des Trochlearis. Die Lokalisation der Okulomotoriuskerne, z. T. nach Untersuchungen von Bernheimer an Affen.

tin reticularis der Haube ein, für die sie also wohl eine Querverbindung darstellen.

Ventral von den Augenmuskelkernen, mit ihnen aber durch zahlreiche Fasern in innigem Konnex, liegt der Fasciculus longitudinalis dorsalis (Fig. 107). Es ist ein langer, frontalwärts an Dicke immer zunehmender Faserzug, den Sie schon von den Vordersträngen

des Rückenmarkes an durch die ganze Oblongata und Brücke immer an gleicher Stelle, dicht unter dem zentralen Grau beiderseits von der Mittellinie gesehen haben. Dieser Zug ist aus den mannigfaltigsten Faserkategorien zusammengesetzt. Er muß ein sehr wichtiges Bündel sein, zum Grundapparate des ganzen Mechanismus gehören, denn er ist von den Neunaugen an bis hinauf zum Menschen immer an gleicher Stelle vorhanden. Niemals, einerlei, wo er unterbrochen wird, degeneriert er auf die ganze Länge seines Verlaufes und niemals in allen Faserarten. Wir wissen, daß er auf seinem langen Verlaufe, der ja vom frontalsten Mittelhirn bis in die Vorderstränge des Rückenmarkes reicht, ständig Kollateralen an die umgebenden Nervenkerne abgibt und daß gerade die Augenmuskelkerne die Mehrzahl erhalten.

Dieser Faserzug ist Ihnen ja bekannt, er ist auch schematisch in Fig. 76 dargestellt; heute will ich nur daran erinnern, daß wir in ihm, der aus Kernen nahe dem Vestibularis zu gutem Teile stammt und Verbindungsfasern zwischen Halsmark, Abducens- und Okulomotoriuskernen führt die Unterlage für das Zusammenspiel der Augen, für die Kopfhaltung und für die dadurch bedingte Orientierung im Raume sehen dürfen.

Die Beschreibung der Fasern und Kerne im Mittelhirne, welche ich Ihnen hier gegeben, wäre unvollständig, wenn ich nicht zum Schlusse mitteilte, daß eigentlich alle Bestandteile der Haube untereinander durch Faserkollateralen in Beziehung stehen. Aus der Substantia nigra treten welche dorsal in die Schleifenschicht. Aus der medialen Schleife treten solche nach den roten Kernen, aus den Bindearmen Fasern in die Schleifenschicht. Die alles durchquerenden Züge des tiefen Markes treten ebenso zu ihren Nachbarorganen in Beziehung.

Sie sehen, im Mittelhirn ist zweifellos ein mächtiger Apparat gegeben, der Erregungen aus fast allen Teilen des Zentralapparates zusammenordnen, umordnen kann. Dieser Apparat muß ebenso wie der Eigenapparat des Rückenmarkes und der Oblongata zu den Grundmechanismen des Nervensystemes gehören, denn er wiederholt sich mit nur geringfügigen Änderungen durch die ganze Vertebratenreihe. Innerhalb der Säugerreihe kann er, abgesehen von der gelegentlich enormen Ausbildung der Tractus acustico-tectales und der Defekte bei blinden Tieren als überall gleich angesehen werden.

Ein Schnitt durch das Mittelhirn eines Haies ist von einem vom Mensch stammenden nicht sehr verschieden. Nur die Fußfaserung fehlt ganz, weil Haie nur Spuren eines Neencephalon haben.

Es ist nun sehr auffallend und ein guter Beweis dafür, wie schlecht wir noch beobachten, daß bisher keine Symptome gefunden worden sind, welche speziell durch Zerstörung des mächtigen Vierhügeldaches mit der Faserung des tiefen Markes entstehen, für eine solche Zerstörung charakteristisch sind. Wir können nur aus den anatomischen Anordnungen — Endigung der sekundären Akustikusbahn im hinteren Hügel usw. — einiges erschließen. Die beweisende Beobachtung fehlt noch durchaus. Auch die Versuche an Nichtsäugern, welche zumeist Mittelhirndach und Mittelhirnfaserung nicht genügend auseinanderhalten, haben bisher sehr wenig Charakteristisches ergeben.

Die Diagnose einer Erkrankung im Mittelhirn ist dadurch erleichtert, daß hier die zentralen motorischen und sensiblen Bahnen relativ nahe den Augenbewegungskernen und dem Apparat für die Pupilleninnervation liegen, der eben nur vom Mittelhirn her zentral gestört werden kann.

Herde im Bereiche der Hirnschenkel treffen die motorische Faserung für die gegenüberliegende Körperhälfte inklusive der gekreuzten Kopfhälfte. Auch sensorische und vasomotorische Störungen können eintreten. Meist aber wird nicht nur die Extremitätenmuskulatur und einer oder mehrere Hirnnerven gelähmt, sondern es treten auch Störungen im Okulomotorius der erkrankten Seite auf. Wenn gleichzeitig ein Okulomotorius und die ihm gekreuzte Körperhälfte gelähmt werden, darf man an einen Herd unter den Vierhügeln denken. Solche Kranke können die Glieder einer Seite nicht oder nur teilweise bewegen, das obere Lid hängt herab, die Pupille ist erweitert, der Augapfel durch den M. rectus externus nach außen rotiert. Durch einen Tumor an der Hirnbasis könnten, wie ein Blick auf Fig. 35 zeigt, die gleichen Symptome einmal erzeugt werden; es ist deshalb wichtig für die Diagnose, wenn Augen- und Extremitätenlähmung gleichzeitig auftreten, was im letzterwähnten Falle nur



Fig. 109.

Einige supponierte Herde im Gebiete des frontalen Mittelhirnes.

durch eine ganz besondere Kombination der Verhältnisse vorkommen dürfte. Wenn Anästhesie auftritt, ist sie ebenfalls nur auf der der Erkrankung entgegengesetzten Seite vorhanden. Die sensiblen Fasern verlaufen wahrscheinlich zum größten Teile in der Schleife.

Reicht ein Krankheitsherd weiter dorsal und trifft die Corpora quadrigemina selbst, so tritt außer der, wie ein Blick auf unsere Querschnitte zeigt, fast selbstverständlichen einseitigen oder doppelseitigen Okulomotoriusstörung bei Erkrankung des vorderen Vierhügels Sehschwäche ein; zuweilen ist ophthalmoskopisch gar nichts Abnormes dabei nachzuweisen. Bei Tumoren kann natürlich, wie bei Tumoren an anderen Stellen des Gehirns, Stauungspapille, Sehnervenatrophie usw. eintreten. Meist ist die Pupille ganz reaktionslos. Welche Symptome den Erkrankungen der hinteren Vierhügel zukommen, wissen wir nicht. Man hat Gleichgewichts- und Koordinationsstörungen dabei eintreten sehen. Wahrscheinlich kommen auch Gehörsstörungen vor.

Am leichtesten wird der Verdacht auf Vierhügelerkrankung rege, wenn beide Oculomotorii gelähmt sind und periphere Ursachen (an der Hirnbasis) sich ausschließen lassen, oder wenn nur ein Teil des Okulomotorius (z. B.

nur die Fasern zu den inneren Augenmuskeln) geschädigt ist. Bei Affektion des peripheren Stammes ist das kaum möglich, solche Lähmungen sind fast immer unklarer Natur.

Zu erwarten wäre noch, daß durch gelegentliche Beteiligung der Kleinhirnfaserung Zwangstellungen und dergl. auftreten. Sicher sind — wahrscheinlich durch Beteiligung des tiefen Markes — ataktische Störungen beobachtet, welche bei allen Bewegungen vorkommen. Sie beeinflussen aber nicht, wie diejenigen nach Kleinhirnherden, die Gesamtstatik, stören Gang und Haltung nicht wesentlich.

Einige Beispiele werden das erläutern.

Durch den Herd 2 der Figur 109 wird wesentlich Hemianopsie erzeugt werden, weil die Hauptendstätte des linken Traktus zerstört wurde.

Der Herd 3 erzeugt Störungen der Pupillenreaktion auf Licht, weil er die wohl im vorderen Arm liegende Bahn aus dem Optikus zu dem Pupillazentrum zerstört.

Durch den Herd 4 wird wegen der Schleifenaffektion eine wesentliche Gefühlsstörung auf der gekreuzten und durch Affektion der Okulomotoriuswurzeln eine Lähmung einiger auf der gleichen Seite liegender Augenmuskeln entstehen. Ganz dasselbe, aber mit Beeinträchtigung der Motilität, wird der Herd 5 erzeugen.

Gekreuzte motorische und sensorische Störung ohne oder mit geringer Beteiligung des Augenbewegungsapparates erzeugt der Herd 6.

Ein Patient mit Herd 7, einer nicht seltenen Affektion durch Tumoren, wird dadurch auffallen, daß neben einer einseitigen oder doppelseitigen Okulomotoriuslähmung mit kompletter Erweiterung der Pupillen eine Amblyopie auftritt, für welche der Spiegelbefund keine Erklärung gibt.

Die Herde Nr. 1 und 8 fallen in die Stabkranzfaserung, die wir noch nicht näher studiert haben. Es handelt sich im wesentlichen um Bahnen, die den Anschluß sensibler im Thalamus endender Züge an die Hirnrinde vermitteln. Ihre Erkrankung macht, je nach der speziellen Art, Anästhesien oder auch zentrale nach außen projizierte Schmerzen. Bei 8 kann es auch zu Sehstörung neben der Gefühlsstörung kommen.

## Elfte Vorlesung.

### Der Sehnerv, die Ganglien und Fasern des Zwischenhirnes.

Meine Herren! Sie sehen auf Fig. 110 die Sehnerven in das Chiasma eintreten, aus dem sich beiderseits die mächtigen Tractus optici entwickeln. Diese können rückwärts ohne Mühe bis in ein Ganglion an der Unterseite des Thalamus, das Corpus geniculatum laterale, und in den Stil des vorderen Vierhügels verfolgt werden. Auch in den mächtigen Höcker, der kaudal aus dem Thalamus hervorragt, das Pulvinar thalami, gelangt ein Zug.

Wird ein Auge ausgerottet, so degeneriert der Nerv bis in das Chiasma hinein. Dort aber teilen sich die entarteten Fasern, ein guter Teil kreuzt hinüber zum anderseitigen Traktus, besonders zu dessen medialer Seite, ein anderer zieht in die laterale Seite des gleichseitigen Traktus. Das Chiasma enthält eine Semidekussation.

Es hat ungeheure Mühe gekostet, diese einfachen Verhältnisse zu erkennen. Erst mit Ausbildung der Degenerationsmethoden ist man zur Sicherheit gelangt. Deshalb existiert über den Bau des Chiasma eine größere Literatur als über den irgendeines anderen Hirnteiles.

Bei diesen Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß nicht für alle Tiere die Verhältnisse so liegen, wie sie hier für den Menschen geschildert worden sind. Die Säuger mit wesentlich seitwärts stehenden Augen haben meist viel weniger direkte und viel mehr kreuzende Fasern als der Mensch.

Die Fasern der Traktus enden im Corpus geniculatum laterale, im oberflächlichen Marke des vorderen Vierhügels und in den äußersten Schichten des Pulvinar. Die Hauptendigungsstätte ist jedenfalls das Corpus geniculatum laterale. Alle anderen kommen, wenigstens bei den Säugern, erst in zweiter Linie in Betracht. Diese grauen Massen bezeichnet man als primäre



Fig. 110.

Chiasma und Endigung des Sehnerventraktus.

Optikuszentren. Bei der Blindmaus — *Spalax typhlus* — wo die Optici fehlen, ist auch das Genuculatum laterale total zugrunde gegangen.

Es gelangen dann noch von einigen anderen Stellen schwache Zuzüge in den Sehnerven, so namentlich solche aus einem Ganglion nahe der Substantia nigra aber etwas weiter frontal gelegen.

An diese palacencephalen Teile, die primären Endstätten des Sehnerven, gewinnt das Neencephalon Anschluß. Es entspringt aus den erwähnten Ganglien eine Bahn zum Occipitallappen des Großhirns und eine ebenso von daher kommende endet in ihnen. Diese Züge nennt man Sehstrahlung. Durch sie erst wird es möglich, daß optische Eindrücke zu höherer geistiger Verwertung kommen. Ein Mensch, der diese Bahn verliert, wird blind. Tiere, bei denen sie weniger ausgebildet ist, verlernen, was sie optisch kennen gelernt, und Fische oder Frösche, welche diese Sehbahnen

gar nicht besitzen, sind zwar nicht blind, sie verhalten sich aber ganz zwangsmäßig gleichmäßig, wenn die gleichen optischen Eindrücke eintreten. Deshalb geht der Fisch immer wieder an die Angel, wenn der Köder nur seinen Lebensgewohnheiten entsprechend geformt und bewegt wird, und deshalb kann man Frösche, die nur Bewegtes als Beute erkennen, zwar mit Heidelbeeren angeln, die sie sonst nicht fressen, sie aber verhungern sehen, neben Fleischstückchen, wenn diese nicht bewegt werden.

Da im Chiasma die Sehnervenfasern nur partiell kreuzen, so bedürfen die von Druck auf dasselbe ausgehenden Erscheinungen einer besonderen Erwähnung. Sie führen zuweilen zu außerordentlich scharfer Präzisierung eines störenden Krankheitsherd.

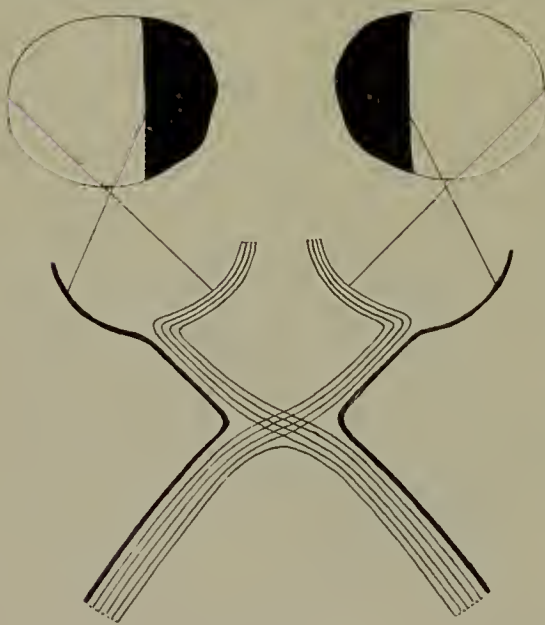


Fig. 111.

Schema des Faserverlaufes im Chiasma, zur Erklärung der Hemianopsie bei Basisherden.

sein. Die Ursache ist immer zu suchen in einer Affektion, welche, im kaudalen Winkel des Chiasma sitzend, beide kreuzenden Bündel zerstört. Wiederholt bei Hypophysistumoren beobachtet. Natürlich kommen alle möglichen Kombinationen vor. Beispielsweise wird ein Tumor, der von links her in das Chiasma hineinwächst und es zerstört, beide Gesichtsfeldhälften des linken Auges und die laterale des rechten vernichten, während die mediale Gesichtsfeldhälfte des rechten Auges so lange frei bleiben wird, als nicht die lateralsten Fasern des rechten Traktus ergriffen werden.

Die Bahnen aus dem Auge, welche via Okulomotorius den Pupillenreflex vermitteln, verlassen den Traktus durch den vorderen Vierhügelarm.

Hinter dem Chiasma liegt ein Querbündel markhaltiger Fasern, dessen beide Schenkel jederseits zum Corpus geniculatum mediale hinauf ziehen. Es ist noch nicht sicher, welches die Bedeutung und die Beziehung dieser Gudden'schen Kommissur ist.

nerven erzeugen Schädigung des Sehvermögens auf dem ganzen von dem betreffenden Nerven versorgten Auge, und eine Läsion, welche das ganze Chiasma trifft, ruft natürlich doppelseitige Blindheit hervor. Sitzt ein Herd kaudal vom Chiasma, in dem einen oder anderen Traktus, so erzeugt er nur Hemianopsie. Es fällt das nasale Gesichtsfeld auf dem gleichen, das temporale auf dem gekreuzten Auge aus. In seltenen Fällen hat man nur die nasale Hälfte des Gesichtsfeldes ausfallen gesehen, gewöhnlich war dann eine Läsion des lateralen Abschnittes des gleichseitigen Traktus vorhanden; auch doppelseitiger Ausfall des nasalen Gesichtsfeldes ist beobachtet. Ursache waren erweiterte Karotiden, die jederseits auf das Chiasma drückten. Häufiger schon scheint ein doppelseitiger Ausfall der temporalen Gesichtsfeldhälften zu



Auf Fig. 105, wo die Endganglien der Sehnerven so gut zu sehen sind, erblicken Sie auch tief zwischen die Vierhügel und den Thalamus eingebettet das *Corpus geniculatum mediale*. Das ist die Endstätte für die Hörbahnen aus dem *Corpus trapezoides*.

Auch diese primäre Endstätte des Hörnerven gewinnt Anschluß an das Neencephalon. Sie sendet Züge hinaus in den Schläfenlappen und empfängt welche daher. Vernichtung dieser Bahnen erzeugt die Unfähigkeit Gehörtes zu verstehen. Taub sind die Tiere, welche sie nicht besitzen, nicht, aber Fische, Frösche und Eidechsen scheinen uns oft völlig taub zu sein, weil selbst die lautesten Geräusche und Töne von ihnen mit keinem Zucken beantwortet werden. Man kann vor einer Eidechse, welche auf das Rascheln eines Käfers hinhört, schreien, pfeifen usw. ohne daß sie sich rührt, weil sie diese Geräusche nicht versteht, mit nichts assoziiert.

M. H. Wir sind nun aufwärts, vom Rückenmark hirnwärts gehend in die Gegend gekommen, wo das Zwischenhirn und Vorderhirn auftreten. Alle Hirnnerven und fast alle ihre zentralen Bahnen haben wir zu Ende verfolgen können. Jetzt gelangen wir, indem wir uns zu den Gegenden wenden, welche frontal vom Eintritt der Hirnschenkel in das Gehirn gelegen sind, in ein recht kompliziertes Gebiet.

Ich muß Sie, will ich einigermaßen verständlich machen, was hier vorgeht, bitten jetzt noch einmal die Fig. 32 und die Fig. 35 zu betrachten. Dann demonstriere ich Ihnen einen Sagittalschnitt durch das ganze Palaencephalon, Fig. 112 und an diesem letzteren wollen wir uns zunächst einmal oberflächlich orientieren. Wir sehen, wie der Aquaeduct sich zum 3. Ventrikel erweitert, dessen Wände von der großen Gangliengruppe des Thalamus opticus gebildet werden, und wie in diesen Thalamus eine mächtige Großhirnfaserung von allen Seiten her einstrahlt. Wir werden deshalb auf allen Schnitten, die ich Ihnen noch vorzulegen habe, von jetzt an neben den palaencephalen Abschnitten mächtige Anteile des Großhirns und mächtige neencephale Einstrahlungen aus diesem erkennen. Aber nicht nur das, das *Corpus striatum*, der vorderste Abschnitt des Palaencephalon sendet seine großen Fasern rückwärts in das Zwischenhirn, in die Ganglien des Thalamus, wie die Fig. 118 zeigt. Dieser Faserung werden wir in den folgenden Schnitten natürlich auch begegnen.

Orientieren wir uns zunächst über einige auf dem Sagittalschnitt sichtbaren Gebilde. Frontal von der *Commissura anterior* liegt die Zirbel, das *Organum pineale*. Entstanden als Ausstülpung des Zwischenhirndaches bietet sie jetzt im reifen Zustand das Bild zahlloser drüsenartiger Knäuel, zwischen denen Bindegewebe und Neuroglia in besonderer Masse entwickelt sind. Dazwischen liegen noch Zellen mit Pigment, und immer solche, die glasige kuglige Gebilde enthalten, wie man sie auch im secernierenden Epithel findet. Auch Nervenfädchen, ja bei einzelnen Säugern quer gestreifte Muskelfasern, sind

schon in der Epiphyse gefunden worden. Von der Funktion dieses eigenartigen Körpers wissen wir nur, daß er irgend etwas mit dem Körperwachstum und dem Fettansatz zu tun haben muß, darauf weisen die Folgen von Tumoren der Epiphyse hin.

Die Epiphyse hat schon zweimal in der Geschichte der Hirnanatomie eine große Rolle gespielt. Vor mehr als 200 Jahren hat Descartes in diesem Organ den Sitz der Seele finden wollen. Dem mitten in dem Ventrikel thronenden sollten von allen Seiten die spiritus animales zugeführt werden. Denn die Ventrikel hielt man für das Wichtigste im ganzen Gehirn. Um die

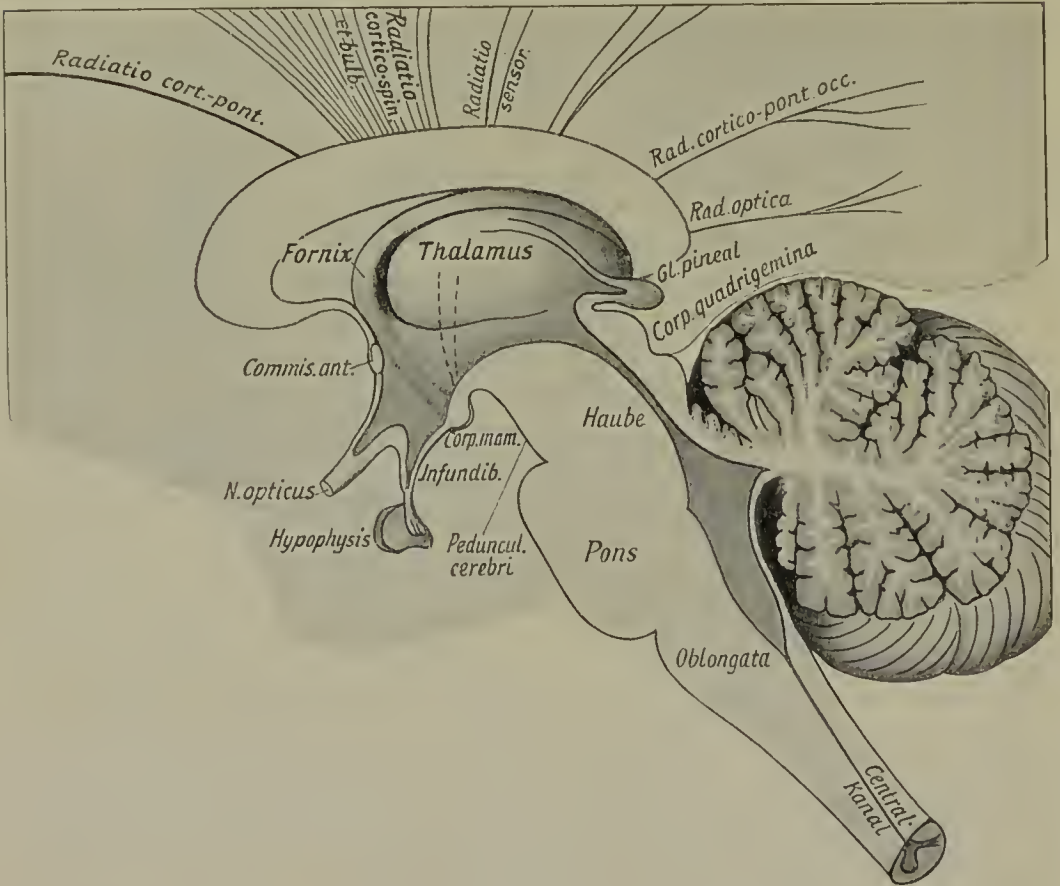


Fig. 112.

Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn und die hinter ihm liegenden Gebilde, genau in der Mittellinie. Die Verlaufsrichtung einer Anzahl von Fasern aus dem Neencephalon angedeutet.

Wende des 17. Jahrhunderts glaubte man gar, daß das ganze Gehirn von Muskeln — als solche sah man die Dura an — rhythmisch komprimiert werde, so daß es durch die hohlen Nervenröhren den luftartigen Inhalt seiner Ventrikel überall hin verbreite. Die richtige Beobachtung der Himpulsation auf die vorgefaßte Meinung von den spiritus animales in den Ventrikeln angewendet, hatte zu diesem Monstrum von Deutung geführt.

Ein zweites Mal hat die Epiphyse eine besondere Wichtigkeit erlangt, als man anfangs der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts entdeckte, daß die Epiphyse der Eidechsen mitten zwischen den Scheitelbeinen mit einem ganz gut ausgebildeten unpaaren Auge endete. Nun glaubte man, daß unsere Epiphyse nur der Rest eines solchen dritten Auges sei, bis nachgewiesen

wurde, daß die Eidechsen außer dem dritten Auge, und kaudal von ihm, noch eine wirkliche Epiphyse besitzen.

Der Boden des Zwischenhirnes stülpt sich zum dünnen Blindsack des Infundibulum aus. An diesen legt sich die Hypophysis an.

Die gebräuchliche anatomische Nomenklatur faßt die ganz verschiedenen Teile des basalen Hirnanhanges als Hypophysis zusammen, ein Namen, der eigentlich nur dem epithelialen Anteil zukommen sollte. Deshalb unterscheidet sie mehrere Lappen; den infundibularen Hirnfortsatz nennt sie hinteren, den drüsigen Abschnitt aus dem Pharynxepithel den vorderen Lappen; zu diesen käme dann noch ein dritter Abschnitt zwischen beiden, mit breiten Epithelschläuchen.

Die Hypophysis ist ein aus Epithelschläuchen gebildeter Knäuel, welcher fest mit dem Infundibulum verwachsen ist und, wie Sie wissen, aus der Rachenschleimhaut stammt. Neuere Untersuchungen ließen in ihm zweierlei Zellen, kleinere helle und größere, körnig-trübe, erkennen. Da bekanntlich ganz ähnliche Elemente in mehreren sehr aktiven Drüsen vorkommen, so wird es wahrscheinlich, daß auch die Hypophysis noch irgend eine physiologische Funktion erfüllt. Eben darauf weist auch ihre in mehreren Fällen von Myxödem und von Akromegalie bisher nachgewiesene Größenzunahme hin.

Dicht vor dem Eintritt der Hirnschenkel liegt, hinter dem Tuber cinereum jederseits ein kleines rundliches Ganglion das Corpus mammillare. Hier enden Faserzüge aus den Hinterstrangkernen und vor allem ein mächtiger Faserzug aus dem

Nucleus anterior thalami, der Tractus thalamo mamillaris, und schließlich endet hier der größte Teil der aus dem Ammonshorn kommenden Fornixfaserung. Auf Fig. 112 sehen Sie die Züge der Fornixschenkel abwärts zur Gegend des Mammillare in das praethalamische Grau eintauchen.

In der Gegend des Corpus mammillare kommen also eine Menge Faserzüge zusammen, und da wir einigen schon in früheren Schnitten begegnet sind, andere in späteren treffen werden, so halte ich es für zweckmäßig, wenn ich an dieser Stelle für einen Moment den Fortschritt der Darstellung abbreche und Ihnen gewissermaßen zur Rekapitulation einen Sagittalschnitt durch ein Kaninchenhirn vorlege, an welchem die hauptsächlichsten Verhältnisse bequem zu sehen sind:

In Fig. 114 sehen Sie die Fornixschenkel und die aus dem Thalamus kommende, hier mit dem vielgebrauchten Namen Fasc. Viq d'Azyr bezeichnete Faserung in das Corpus mammillare münden, Sie sehen aber auch, wie aus dem Ganglion habenulae zum Ganglion interpedunculare, fast parallel mit jenen, der Fasciculus retroflexus läuft, Sie sehen das dorsale



Fig. 113.

Sagittalschnitt durch den Hirnboden und die Hypophysis vom viermonatlichen menschlichen Embryo. Kombiniert aus drei aufeinander folgenden Schnitten.

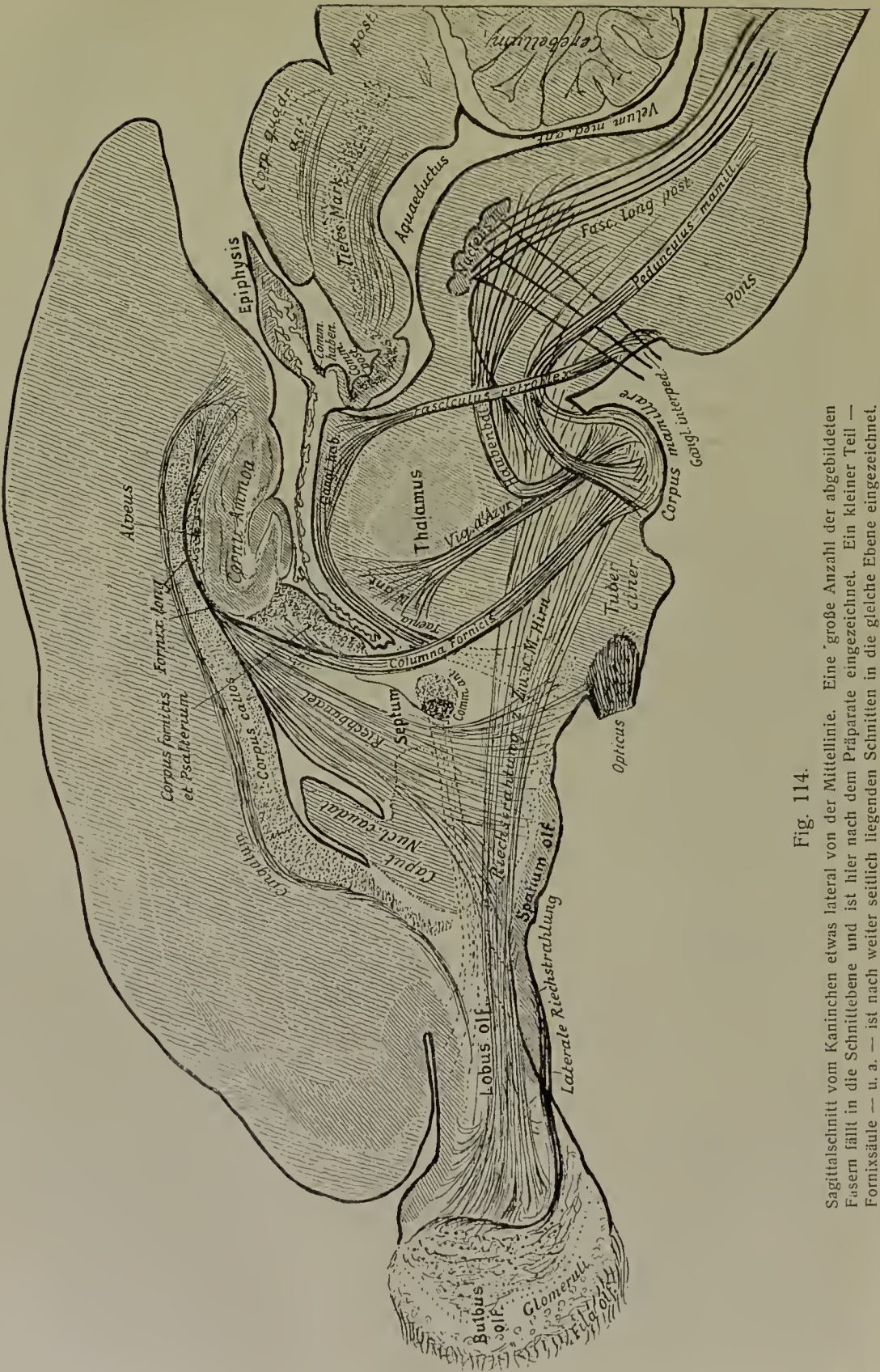


Fig. 114.

Sagittalschnitt vom Kaninchen etwas lateral von der Mittellinie. Eine große Anzahl der abgebildeten Fasern fällt in die Schmittelebene und ist hier nach dem Präparate eingezeichnet. Ein kleiner Teil — Fornixsäule — u. a. — ist nach weiter seitlich liegenden Schnitten in die gleiche Ebene eingezeichnet.

Längsbündel und die Ursprungsfasern des Oculomotorius. Bequem ist hier auch zu sehen, wie die Vierhügelplatte frontal in die Commissura anterior und diese in die Epiphyse übergeht. Zwischen beiden liegt noch eine kleine Kommissur, die Commissura habenularis, welche in der gesamten Tierreihe vorkommend die Ganglia habenulae verbindet. Wollen Sie auf dieser Figur auch beobachten, wie in dem Ganglion habenulae die Taenia thalami mündet, die aus dem Hirnboden frontal vom Opticus entspringt. Wir müssen später auf sie noch einmal zurückkommen. Frontal vom Thalamus liegt die Commissura anterior und weiterhin basal der Riechlappen mit dem Nucleus caudatus. Über dem Ganzen erhebt sich das Neencephalon, das Großhirn, dessen Querverbindung, das Corpus callosum, durchschnitten ist. Der Ursprung der Fornixsäule aus dem Ammonshorn ist sichtbar.

Sie sind jetzt so weit orientiert, daß ich Ihnen wieder einmal einen Frontalschnitt vorlegen kann. Ich habe diesen dicht vor der Epiphyse angelegt und ventral geht er gerade durch die Stelle, wo der Hirn-



Fig. 115.

Mensch. Schnitt durch den kaudalen Thalamus und die Regio subthalamica.

schenkelfuß in die Masse des Großhirns eintaucht. Die Einrollungen des Ammonshorns liegen hier auf ihm, wie das sich nach einem Blick auf Fig. 35 von selbst versteht.

Da der Schnitt in seinem oberen Abschnitt schon durch den Thalamus geht, so ist er deutlich von Balken des Großhirns überzogen. Wir können noch einige Gebilde wiedererkennen, die uns im letzten Schnitt durch die Vierhügel schon begegnet sind: Ventral der Hirnschenkelfuß, über ihm die Substantia nigra und über dieser die Schleife zum Thalamus. Medial liegen noch die runden Haubenkerne und die Kerne der Commissura posterior; der Aquaedukt aber hat sich bedeutend erweitert. Er öffnet sich eben breit in den 3. Ventrikel. Zu beiden Seiten liegen jetzt die mächtigen Thalamusganglien.

Diese Gegend heißt gewöhnlich Regio subthalamica. Zwischen Vierhügel und Hauptmasse des Thalamus liegend, zeigt sie eine Anzahl

zerstreuter Kernmassen, von denen ich Ihnen nur eine, das Corpus subthalamicum oder Luyschen Körper erwähnen will. Suchen Sie sich dasselbe auf der Fig. 117, so sehen Sie daß dorsal und ventral von ihm eine starke Einstrahlung markhaltiger Fasern liegt, das sind die kaudalsten Züge der aus dem Corpus striatum stammenden Faserung, die Tractus strio-thalamici, zu den Ganglien des Thalamus und Hypothalamus. Die Schleife legt sich nun als breite Schicht, vereint mit den aus dem Trigeminus kommenden sekundären Fasern, um den ventralsten und lateralsten Thalamuskern herum.

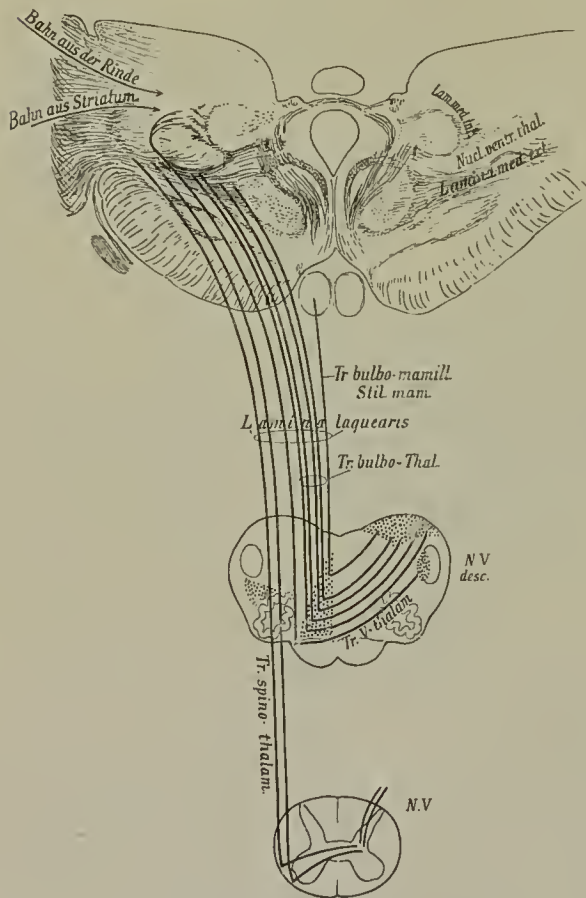


Fig. 116.

Schema der Einstrahlung in den Thalamus.

Diese Schicht heißt *Lamina medullaris externa thalami*. Sie tritt hier in den *Nucleus ventralis thalami*. Es endet also jetzt die ganze sekundäre sensible Faserung gekreuzt in den ventralen Thalamusabschnitten. Wird sie kaudal irgendwo unterbrochen, so entartet sie nicht weiter frontal. Aber aus dem ventralen Thalamuskern gelangen auch mächtige Züge in die Rinde, die Haubenstrahlung. Durch sie können die Gefühleindrücke dem Apparate des Großhirnes zugeleitet werden. Die palaeencephale Gefühlsbahn erreicht hier ihren Anschluß an das Neencephalon.

Der ventrale Thalamuskern bildet keineswegs die Hauptmasse des Thalamus.

Ihm gesellen sich noch ein lateraler Kern, dann das Pulvinar und der frontale Kern, die Sie bereits kennen zu. Auch ein medialer Kern existiert. Ganz medial liegt das Ganglion habenulae Fig. 117.

Noch kennen wir nicht die Faserbeziehungen all der verschiedenen Ganglien, welche den mächtigen Thalamus opticus durchsetzen, genau. Nur eins wissen wir. Von den allermeisten Teilen der Großhirnrinde treten Bahnen hier ein und ebenso entsendet der Thalamus solche. Am besten stellen Sie sich einen Augenblick so wie Fig. 118

es zeigt, die Gruppe der Thalamusganglien frei schwebend unter der gewellten Halbkugel der Hirnrinde vor.

In diese strahlen als Stabkranz des Thalamus die Tractus corticothalamici et thalamo-corticales ein. Einzelne derselben sind zu besonderen Bündeln gesammelt — Stiele des Thalamus. Durch diese Einstrahlung ist der Thalamus so eng mit dem Vorderhirn verbunden, daß auf allen Schnitten, welche ich von heute an zu zeigen habe, immer lateral von ihm die früher schon erwähnte Markfaserschicht der Capsula interna zu sehen sein wird. Über sie hinweg zieht, wie sich aus Fig. 32 ohne weiteres ergibt, der Schwanz des Nucleus caudatus, und lateral von der Capsula interna werden Sie immer dem Nucleus lentiformis begegnen.

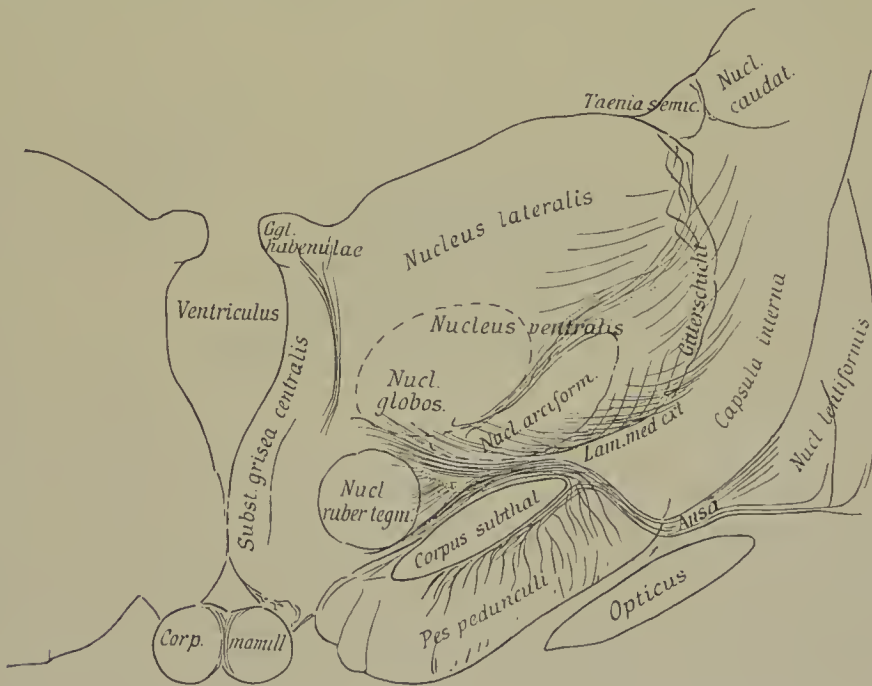


Fig. 117.

Schema eines Thalamusfrontalschnittes zur Orientierung über die Kerne.  
Nucl. globosus und Nucl. arciformis gehören zum ventralen Kerne.

Außer mit der Rinde steht der Thalamus auch durch die Tractus striothalamici in enger Verbindung mit dem Corpus striatum. Diese Tractus müssen vielfach, um zu ihren Endstätten zu gelangen, die nahe liegende innere Kapsel durchbohren. Nur die aus dem Nucleus lentiformis stammenden Anteile haben einen bequemeren Weg. Direkt an der Hirnbasis und unter dem Opticus hinwegziehend gelangen sie als Ansa lentiformis, Linsenkernschlinge, von lateral her in den Thalamus hinein. Wenn man sich sorgfältig an der Hirnbasis den Tractus opticus abpräpariert, kann man die Faserung sehen.

Sie sehen: der Sehhügel erhält aus der Rinde und dem Striatum eine mächtige Faserung und entsendet in die

Rinde eine ebensolche. Kaudalwärts entsendet er nur wenige Züge. Solche zum roten Haubenkern, solche zum Rückenmark (und der Oblongata), die noch keineswegs allseitig anerkannt sind. Er nimmt kaudal die gesamte sekundäre sensible Faserung aus dem Rückenmarke und Oblongata auf.

Der Thalamus ist selbst bei niederen Säugern ein mächtiger Hirnteil. Die Menge der einstrahlenden Faserung und die der von ihm ausgehenden kommt gar nicht in Betracht gegenüber der Gesamtmasse. Es muß deshalb dem Eigenapparat, den Zellen und den Verbindungen innerhalb des Thalamus eine wichtige Rolle zukommen. Unsere Beobachtungskunst hat aber bisher nicht ausgereicht, diesen Teil der Thalamusanatomie irgendwie klar zu ermitteln. Auch von der Funktion wissen wir nur wenig.

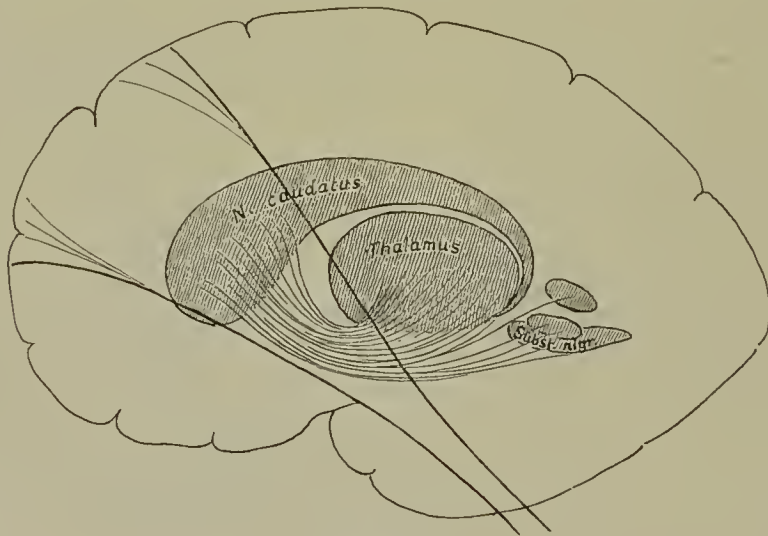


Fig. 118.

Die aus dem Schwanzkern entspringende Faserung zu den Ganglien des Zwischen- und Mittelhirnes. Radiatio strio-thalamica. Der aus dem Linsenkern stammende Anteil ist weggelassen, er würde vom Beschauer nach dem Thalamus hin verlaufen.

Weder die Reizversuche noch die erst neuerdings geglückten isolierten Zerstörungsversuche des Thalamus haben bisher Symptome bei Tieren ergeben, die gerade nur vom Thalamus ausgehen müßten. Alles könnte ebensogut durch die hierher mündende oder hier vorbeiziehende Faserung bedingt werden.

Am ersten kommt man noch der Stellung des Thalamus im System näher, wenn man nicht den Eigenapparat, sondern die Faserbeziehungen berücksichtigt.

Nur von drei Anteilen dieser Faserung kennen wir die funktionelle Bedeutung, von den Fasern aus und zu dem Occipitallappen, von dem Zuge aus der Parietalrinde zu dem ventralen Kern und von den Fasern zu dem roten Haubenkern. Die ersteren verbinden offenbar die Endstätten des Optikus mit dem mächtigen Assoziationsapparate des Großhirnes. Diese Sehstrahlung ist vielfach klinisch und experimentell studiert, sie gehört zu den bestgekannten Apparaten des Gehirnes. Wir wissen, daß ihre Unterbrechung, ganz wie die des Tractus opticus selbst,



zu einer Art Hemianopsie führt. Noch aber kennen wir nicht genau die Unterschiede in den Symptomen, welche eintreten, wenn der primäre oder wenn der sekundäre optische Leitungsweg gestört ist. Einiges ist allerdings ermittelt. Die Sehstrahlung ermöglicht Erkennen auf assoziativem Wege. Sie führt nicht nur zu den kortikalen Sehzentren sondern stellt, weil diese mit dem ganzen übrigen Gehirn verbunden sind, die Beziehung des Sehens zum geistigen Gesamtapparat her. Dieses assoziative Sehen spielt allerdings bei den Säugern noch eine geringe Rolle. Alle — ausgenommen vielleicht die Affen — bedienen sich noch so weit des Primärapparates, daß der Ausfall seiner Rindenverbindung, den man ja experimentell erzeugen kann, nur vorübergehend ernste Sehstörungen macht. Man kann weder einen Hund noch ein Kaninchen durch Abtragen der Occipitallappen blind machen. Immerhin lassen sich, wenigstens für den letzteren, dann dauernde Sehstörungen, besonders seelischer Art feststellen. Verliert aber ein Mensch den Endpunkt der zentralen Sehstrahlung, so wird er dauernd blind. Der neugeborene Mensch sieht ja auch, trotzdem ihm die Sehstrahlung noch fehlt; aber in dem Maße, wie diese sich entwickelt, wird sie für ihn immer wichtiger. Wahrscheinlich bedient er sich mehr und mehr des Sehens mit beobachtendem Bewußtsein. Dies wird dann so wichtig, daß er es allein benutzt. Wenigstens war der Patient mit totaler Zerstörung der Hinterhauptlappen, welchen ich sah, ganz blind. Ich halte es aber für möglich, daß feinere Beobachtung oder längere Einübung gelegentlich bei einem solchen Unglücklichen lehrt, daß die primären Zentren, wie bei den Tieren, wieder gebraucht werden. Durch die Sehstrahlung steht aber der Endapparat des Optikus nicht nur mit der Occipitalrinde in Verbindung. Sie vermittelt vielmehr dessen Beziehungen zu dem gesamten mächtigen Rindenapparate, den Sie später kennen lernen werden. Die mannigfachen seelischen Ausfallerscheinungen können deshalb durch Verlust der Sehstrahlung bedingt werden. Ich erinnere nur an das Erkennen von Gegenständen, von Farbe, von Schrift, an den Gebrauch der Werkzeuge — im weitesten Sinne, an die Beziehungen zur Außenwelt überhaupt und ihre Verwertung bei allen seelischen Prozessen.

Es ist überaus wahrscheinlich, daß dem Faserzuge, welcher aus den motorischen Rindenzentren stammend, in die Gegend des roten Haubenkernes einstrahlt, deshalb ein besonderer Einfluß auf die Bewegungssphäre zukommt, weil aus diesem Kerne der Tractus rubro-spinalis zu den motorischen Kernen des Rückenmarkes, wohl auch der Oblongata, stammt. Hier sind aber sicher die Ausfallerscheinungen nicht so beträchtlich, weil, beim Menschen wenigstens, ein eigener kräftiger Faserzug, der Tractus cortico-spinalis, zu den gleichen Zentren herabzieht.

Schließlich wissen wir sicher, daß Zerstörung der im ventralen Thalamuskern endenden Faserung aus der Großhirnrinde und zu ihr oft gekreuzte Anästhesie erzeugt. Das wird dadurch erklärt, daß ebenda, wo sie endet, auch die sekundäre Gefühlsbahn ihr Ende findet.

Diese drei Beispiele lassen vermuten, daß im Thalamus ein mächtiger Apparat gegeben ist, welcher Eindrücke aus der Peripherie durch irgendwelche Umschaltung, vielleicht mit mannigfachen Assoziationen usw., dem Großhirn übermittelt und welcher Prozesse, die im Großhirn vorgehen, den tieferen Zentren zu übermitteln vermag.

Da einerseits mindestens für den motorischen Apparat auch direkte Großhirnbahnen existieren und da andererseits, worauf gar nicht intensiv genug hingewiesen werden kann, der Eigenapparat der niederen Zentren sehr komplizierte Verrichtungen selbständig auszuführen vermag, so wird es Ihnen klar

sein, warum die Ausfallerscheinungen bei Thalamusherden — für unsere heutige Beobachtungskunst wenigstens — recht geringe sind.

Es ist wahrscheinlich, daß in dem zentralen Höhlengrau, einer Ganglienmasse, welche den mittleren Ventrikel und seine Fortsetzung bis in die Oblongata auskleidet, ein Apparat für die Vasomotoren liegt. Dafür sprechen die Ergebnisse der Versuche und manche Beobachtungen am Menschen. Immerhin gibt es, namentlich für den letzteren, noch keine genügend reinen Fälle. Stiche in den Thalamus — Kaninchen — bringen die Körpertemperatur zum Steigen.

Die Sehhügel liegen so nahe überall der inneren Kapsel auf, daß nur selten Erkrankungen zur Beobachtung kommen, welche nur sie betreffen, und auch bei solchen bleibt es oft zweifelhaft, wieviel von den eintretenden Erscheinungen darauf zu beziehen ist, daß indirekt die benachbarten Fasern der Kapsel in ihren Funktionen gestört wurden. Deshalb ist es noch nicht möglich gewesen, die Symptome sicher festzustellen, welche von einer Erkrankung der großen Sehhügelganglien erzeugt werden. Nach Meynert werden dabei die Innervationsgefühle der oberen Extremitäten gestört. Dadurch sollen Wahnideen über die Haltung dieser Glieder und aus diesen wieder Zwangsstellungen entstehen. Gelegentlich entstehen nach Thalamusherden eigentümlich athetotische Bewegungen und auch Spasmen, besonders in der gekreuzten Hand, zuweilen auch in der ganzen gekreuzten Körperhälfte. Auch gekreuzte Chorea, Hemichorea posthemiplegica, wird danach beobachtet. Anderemale kommt es zu ataktischen Bewegungen, die an diejenigen der multiplen Sklerose erinnern. Alle diese Symptome haben aber nicht absolut Charakteristisches, weil sie auch nach Läsionen anderer Hirnteile — vielleicht von absteigenden Thalamusbahnen? — beobachtet sind und vor allem, weil mehrfach einseitige und doppelseitige Thalamuserde beobachtet wurden, die gar kein auffallendes Symptom boten. Auf Thalamuserkrankungen wird auch, mit einem durch Sektionen noch nicht gesicherten Rechte, eine merkwürdige, nach Apoplexien und Tumoren manchmal zu beobachtende Störung der Mimik bezogen. Die Gesichtszüge können von diesen Patienten willkürlich bewegt werden, aber sobald es sich um die unbewußte Mimik handelt, besonders um die, welche die Sprache begleitet, dann bleiben sie vollkommen ruhig. Es herrscht eine auffallende Starre.

Daß nach Affektionen der primären, optischen Endstätten, des Pulvinar und des Genuculatum laterale Hemianopsie, totale oder partielle, eintreten und so auf eine Thalamuserkrankung hinweisen kann, das ergibt sich aus den anatomischen Anordnungen leicht. Die meisten Autoren geben an, daß beim Menschen immer dann das zentrale Sehen erhalten bleibt, wenn das Genuculatum laterale intakt bleibt, daß dieses zentrale Sehen nicht von der Rinde aus gestört werden kann.

Wahrscheinlich ist durch Thalamuserkrankung auch Hemianästhesie — gekreuzte natürlich, möglich, weil ja hier im ventro-kaudalen Abschnitt die sekundäre Gefühlsbahn die kortikale erreicht. Heftige Schmerzen nach Läsionen der hier einstrahlenden Rindenfasern sind wiederholt berichtet. In einem Fall meiner Beobachtung war die nach einer Apoplexie in den kaudalen Thalamus und seine Einstrahlung eintretende, von Hypästhesie begleitete Schmerzempfindung in der ganzen gekreuzten Körperhälfte so furchtbar und so wenig zu lindern, daß die Patientin Selbstmord beging, um sich ihm zu entziehen. Nach solchen Herden kommt es außer zu Schmerzen — zentraler Schmerz! — die in die Peripherie lokalisiert werden, bald zu verminderter, bald zu gesteigerter Sensibilität.

Hughlings Jackson hat einen Fall von ganz isolierter Erweichung eines Thalamus beim Menschen ohne Beeinträchtigung der benachbarten Faserung gesehen. Die Symptome bestanden im wesentlichen in Beeinträchtigung des Tastfühles, des Gehörs und des Sehens auf der gekreuzten Seite. Die Sehstörung trug natürlich hemianopischen Charakter.

## Zwölfte Vorlesung.

### Das Vorderhirn: 1. Riechapparat und Striatum.

M. H.! Frontal vom Thalamus liegen die palaeencephalen Abschnitte des Vorderhirns, der Riechlappen, Lobus olfactorius, hinter ihm

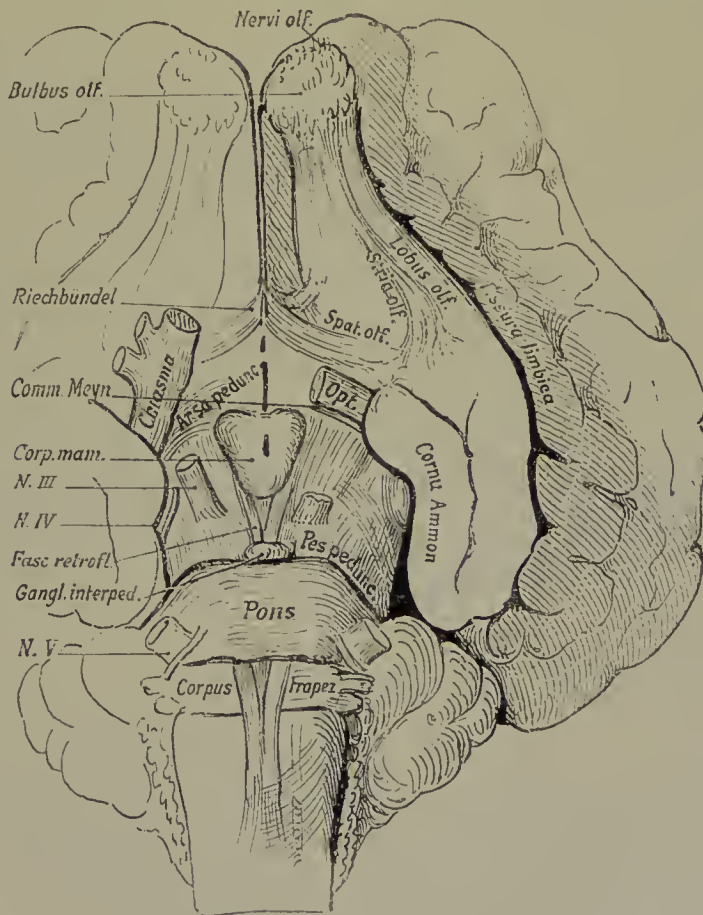


Fig. 119.

Basis des Gehirnes vom Kalbe.

der Lobus parolfactorius und auf beiden das Corpus striatum. Beim Menschen sind alle diese Teile so überwuchert von dem hier mächtigen Neencephalon, daß sie ganz allgemein in den Lehrbüchern unter dem Großhirn als Teile desselben abgehandelt werden. Phylogenetisch und nach ihren Verbindungen sind sie aber von jenen durchaus verschieden.

Wir wollen aber dem bisher eingehaltenen Prinzip folgen und zunächst diese palaeencephalen Abschnitte besprechen.

Die Riechlappen studieren wir am besten bei einem Tier, wo sie stärker entwickelt sind als beim Menschen. Wie alle Teile des Palaeencephalons entwickeln sie sich nach den Anforderungen welche die Lebensweise stellt. Deshalb finden wir alle Übergänge von den riesigen Riechlappen, des im Gemulm des Waldes lebenden Gürteltiers oder Igels bis zu den mikroskopisch kleinen Organen vieler Walfische. Ich lege ihnen in Fig. 119 die Basis eines Kalbsgehirns vor. Die schwarz gehaltene Fovea limbica scheidet den hell gehaltenen palaeencephalen Abschnitt vom schattierten Neencephalon. Hier sehen Sie nun vorn eine Menge feinsten Fäserchen, die Nervi olfactorii, eintreten in die Spitze des

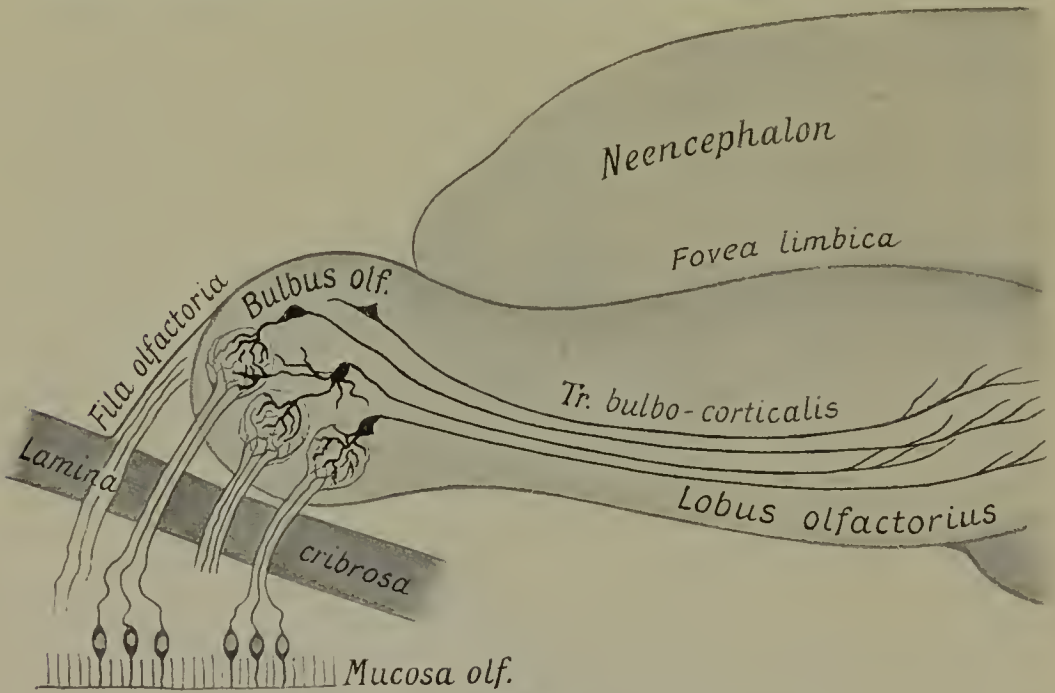


Fig. 120.

Schema des histologischen Verhaltens der Riechbahnen.

Riechlappens; diese schwillt dadurch zu einem kugligen Gebilde, dem Bulbus olfactorius an. Die Nerven stammen alle aus den Epithelien der Riechschleimhaut und sie enden alle im Bulbus. Fig. 120.

Durch das Zusammentreten und Aufsplintern der Riechnervenenden mit den prachtvoll verzweigten Dendridenausläufern im Bulbus liegender Zellen, entstehen kuglige, als Glomeruli olfactorii bezeichnete Gebilde überall an der Oberfläche des Bulbus olfactorius. Aus dem Bulbus entwickeln sich als sekundäre Bahn die als Tractus (Fig. 35) oder Striae olfactoriae bezeichneten Faserzüge, welche in der Rinde des Lobus olfactorius endigen. Das hintere, sehr verbreiterte Ende des Lobus olfactorius gewinnt an der Stelle, wo in unserer Figur 119 „Cornu Ammon“ steht, Anschluß an das Neencephalon.

So verhält sich die primäre und sekundäre Endstätte des Riechapparates. Aus ihr wie aus den anderen Abschnitten des Palaencephalon gelangen Bahnen in das Neencephalon. Was von diesen an der Basis sichtbar ist, finden Sie in Fig. 114 als Riechbündel bezeichnet; es sind Züge, welche vom Riechlappen kommend in die Medianebene zum Septum pellucidum treten und von diesem aus, inner-

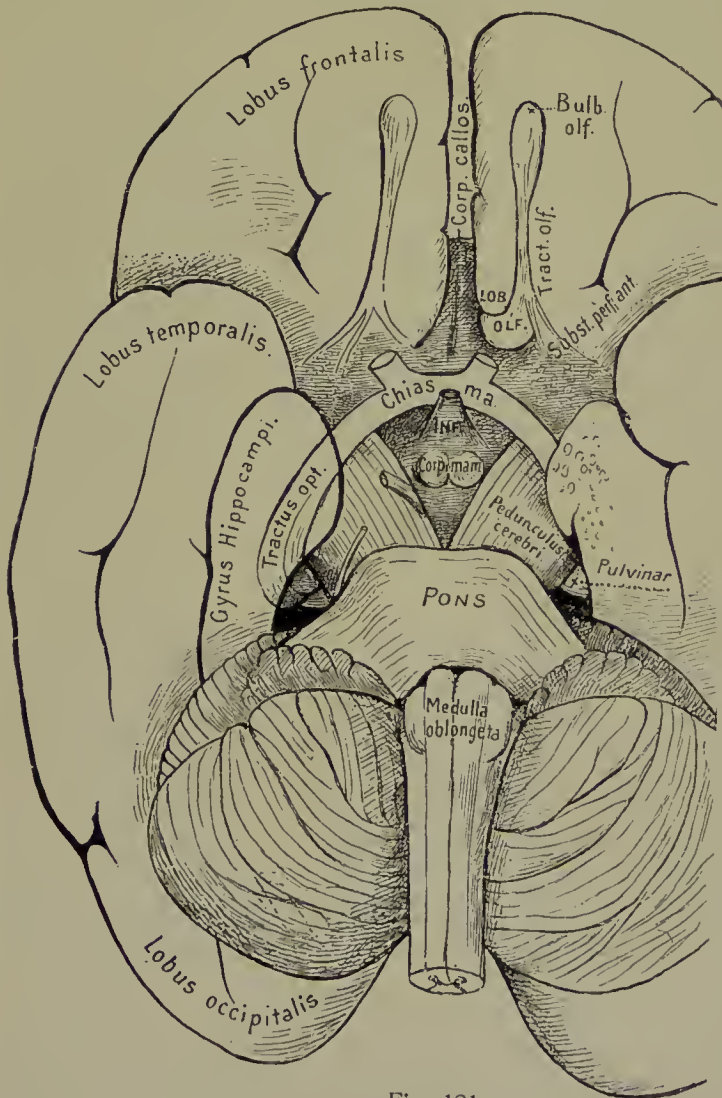


Fig. 121.

Die Hirnbasis des Menschen.

halb der Fornixschenkel rückwärts zur Rinde des Ammonshorns verlaufen, also Tractus olfacto-ammonici. Beim Menschen, ist nun wie ein Vergleich der Figuren 119 und 121 untereinander lehrt, dieser gesamte Apparat ganz atrophirt. Noch dringen durch das Siebbein die Nervi olfactorii zur Spitze des Riechlappens, noch bilden sie einen kleinen Bulbus olfactorius dort, aber der Lobus selbst ist an seinem

vorderen Teil so atrophiert, daß er unter den weißen Zügen der Striae olfactoriae nur als ganz dünner grauer Belag durchschimmert; nur der kaudalste Abschnitt, der dicht am Ammonshorn liegt, ist auch beim Menschen noch etwas größer. Die älteren Anatomen bezeichnen die atrophischen Lobi olfactorii des Menschen als Nervus olfactorius, neuere Lehrbücher nennen sie Tractus olfactorius.

Die beiden Lobi olfactorii sind unter sich und mit dem Bulbis durch eine hufeisenförmige Bahn verbunden; der hintere Teil des Huf-

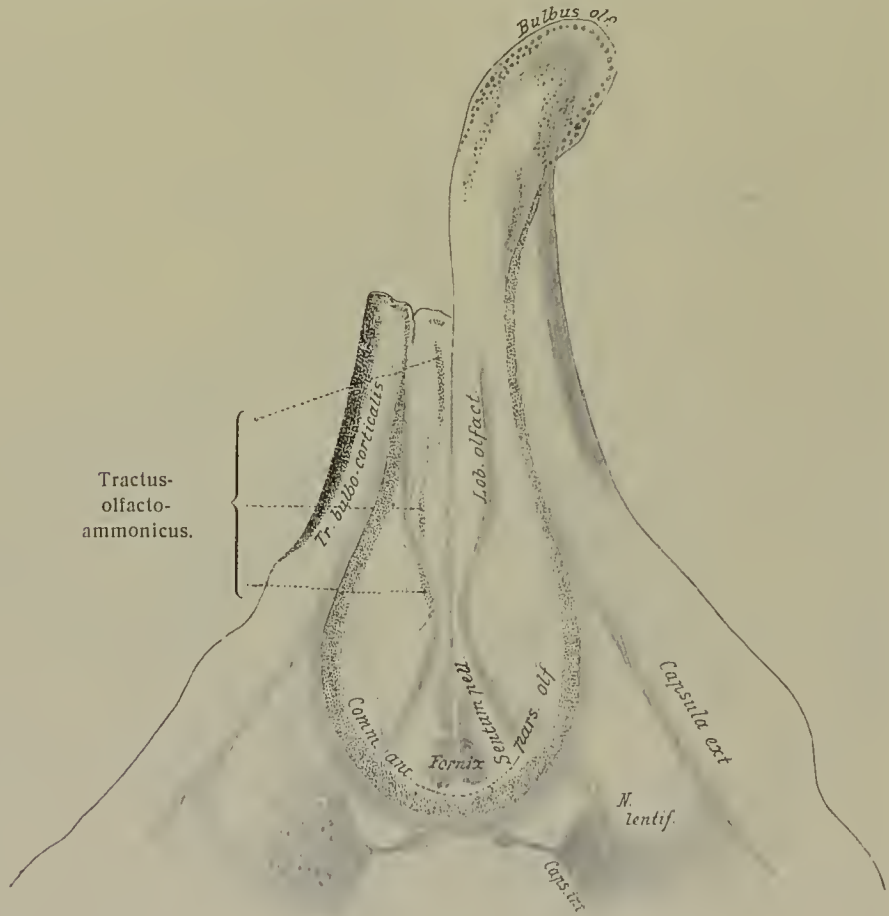


Fig. 122.

Horizontalschnitt durch das Gehirn eines Kaninchens, bei dem man 3 Wochen vor dem Tode einen Bulbus olfactorius mit einem kleinen Teile des vorderen Riechlappens abgelrennt hatte. Die laterale Riechstrahlung und die mediale, außerdem Fasern der Pars olfactoria commissurae anterioris sind degeneriert. Die degenerierten Fasern durch Osmiumsäure geschwärzt. Nach Löwenthal.

eisens liegt in der Commissura anterior, von der er einen Teil ausmacht. Der übrige Teil dieser mächtigen Kommissur besteht im wesentlichen aus Fasern, welche die hinteren Teile der Riechlappen und benachbartes Mark, dann die Corpora striata verbinden. Im ganzen mögen Sie behalten, daß die Commissura anterior im wesent-

lichen verschieden hochwertige Riechgebiete unter sich verbindet.

Das Mark des Riechlappens enthält außer der Commissura anterior noch eine Anzahl feiner, kaudalwärts ziehender Bündel. Ein Teil derselben läuft sagittal rückwärts und kann bis in die Gegend des Corpus mammillare verfolgt werden. Einzelne dieser Fasern gehen noch weiter kaudalwärts, bis in die Gegend des Ganglion interpedunculare, vielleicht auch bis in die Schleife. Der Zug wird als basales Riehbündel bezeichnet.

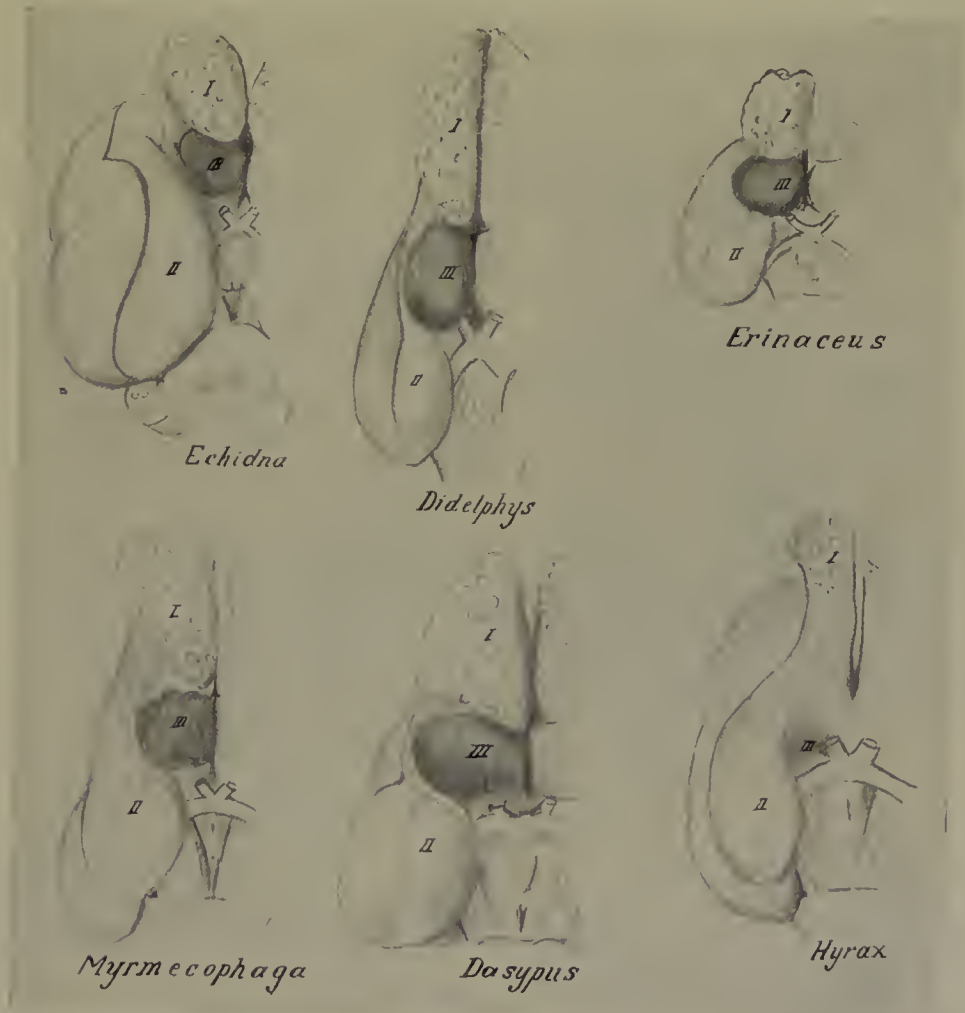


Fig. 123.

Ventralansicht des Gehirnes verschiedener Tiere. Das Lobus parolfactorius schattiert I Bulbus olf. II Lobus olf. III Lobus parolfactorius.

Der größere Teil dieser Strahlung aber kommt wahrscheinlich nicht aus dem Riechlappen selbst, sondern aus dem hinter ihm liegenden Lobus parolfactorius. Er ist in Fig. 119 als Spatium olfactorium bezeichnet. Dieser Lobus ist bei verschiedenen Tieren ein außerordentlich mächtiges Gebilde. Manchmal nimmt er ein Viertel der ganzen Hirnbasis ein. Beim Menschen aber ist er atrophiert zu einer kleinen

grauen Stelle, welche Sie in Fig. 121 dicht vor dem Chiasma als Substantia perforata anterior bezeichnet finden. Da wir erst ganz in der letzten Zeit über die vermutliche Bedeutung dieses enorm mächtigen oder auch ganz atrophischen Hirnteils orientiert wurden, zeigen die Abbildungen noch so verschiedenartige Benennungen. Es hat sich herausgestellt, daß der Lobus parolfactorius bei allen Tieren, welche eine ganz lange Schnauze haben, also etwa bei Maulwurf, Gürteltier, Ameisenigel, Igel, enorm entwickelt ist, und daß er da atrophisch ist, wo dies wie bei Hyrax, Mensch usw. nicht der Fall ist. Bei den Vögeln, wo der Schnabel ja eine so wichtige Rolle spielt, ist er ganz enorm entwickelt. Es ist wahrscheinlich, daß wir hier ein Zentrum für die wesentlich vom Trigemini innervierten Teile um den Mund herum haben, ein Zentrum, welches dem für so viele Tiere wichtigen Oralsinn dient.

Aus dem Lobus parolfactorius stammt auch zum größten Teil, wie Sie

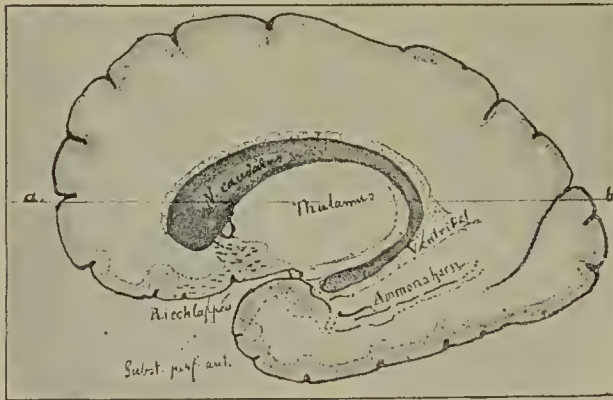


Fig. 124.

Nucleus caudatus in seiner ganzen Länge freigelegt (schematisiert).

Funktion der Schnauzenspitze ist. Vermutlich gehören deshalb Lobus parolfactorius, Taenia thalami, Ganglion habenulae, Ganglion interpedunculare, und vielleicht auch die Corpora mammillaria als Organe des Oralsinnes zusammen.

Dorsal vom Lobus olfactorius und parolfactorius liegt, mit ihnen eng verbunden, das Corpus striatum.

Dieses große und uralte Ganglion — schon bei den ältesten Fischen sieht es ganz ebenso aus wie beim Menschen — wird, wenn es zur Auswachsung eines Schläfenlappens und einem Krümmen um die in der Insel gelegene Axe kommt, kaudal ausgezogen, so daß es wie Fig. 124 zeigt, bis in die Decke des Unterhornes weithin mit seinem Schwanz hineinreicht.

Schon an Fig. 36 sahen Sie, wie die von allen Seiten aus dem Neencephalon an diesem Ganglion vorbeiströmende Faserung es durchbricht, einen medialen Anteil, den Nucleus caudatus von einem

auf Fig. 114 sehen, der zum Ganglion habenulae dorsal am Thalamus verlaufende Faserzug der Taenia thalami. Ebenso entsendet dieser Lobus, da wo er gut entwickelt ist, Fasern in das Ammonshorn, die mit dem Tractus olfacto-ammonicus verlaufen. Das Ganglion habenulae hängt nun durch den Tractus habenulo-peduncularis mit dem Ganglion interpedunculare zusammen. Dieser ganze Apparat fehlt keinem Wirbeltier, er ist schon bei den niedersten Fischen vorhanden. Und alle Teile scheinen um so entwickelter, je wichtiger die



lateralen Putamen trennend. Das ist dann deutlich auf dem Frontalschnitt zu sehen, den Fig. 125 wiedergibt. Brücken grauer Substanz verlaufen hier noch zwischen beiden Kernen. Die weiße Fasermasse heißt schon hier frontal Capsula interna.

Dem lateralen Anteil liegt medial ein mehrgeteilter, in seinem Wesen noch ganz unklarer Körper, der Globus pallidus, da an, wo er an die aus der Rinde strahlende Faserung grenzt. Ebenso hat er lateral, da wo er der Inselrinde nahe kommt, ein anliegendes Ganglion, eine hohe langgestreckte Platte, die etwa der Inselrinde parallel läuft, das Claustrum, und schließlich muß aus vergleichend anatomischen Gründen eine dritte Ganglienmasse dem Striatum zugerechnet werden, der Nucleus amygdalae, ein mächtiger

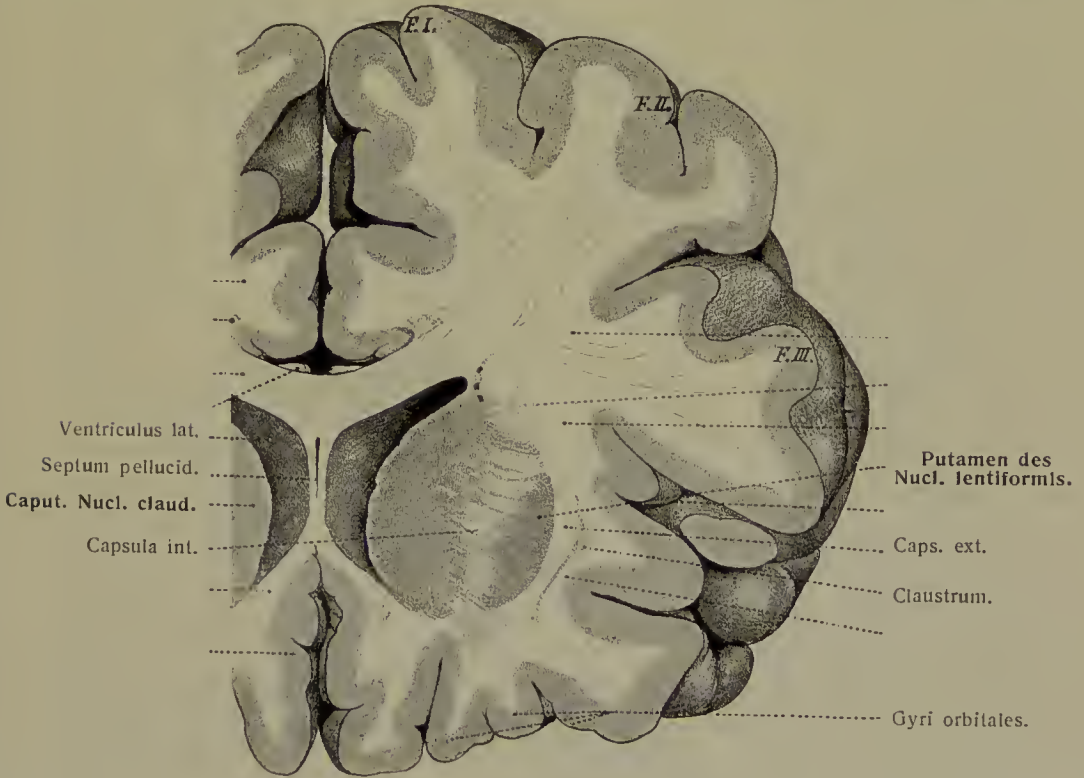


Fig. 125.

Schnitt durch das Gehirn, der den Frontalteil des Striatum trifft.

Kern, der aus dem Hirnstamm gerade da ventralwärts hervorragt, wo die Spitze des Schläfenlappens liegt.

Putamen und Globus pallidus zusammen bilden auf jedem Schnitte durch das Gehirn eine einheitliche Masse. Man bezeichnet sie im Gegensatz zu dem Nucleus caudatus als Nucleus lentiformis. Fig. 126.

Am schnellsten orientieren Sie sich über diese Dinge an einem Frontalschnitt, den ich dicht hinter dem Chiasma durch das ganze Gehirn legen will. Fig. 126.

Aus dem Putamen und aus dem Nucleus caudatus entspringt die Eigenfaserung des Stammganglions. Außerdem wird das Ganglion

durchzogen von einer aus der Rinde entspringenden Faserung, der Haubenfaserung. Die genannten grauen Massen entlassen diese Eigenzüge in zahlreichen feinen, auf jedem Schnitt sichtbaren Zügen. Fig. 126.

Die Eigenfaserung des Stammganglions verbindet dasselbe mit den Ganglien des Zwischenhirnes. Radiatio strio-thalamica. Sie ist aus Fig. 118 zu ersehen.

Es gibt kaum einen Punkt, der so sehr beweist wie weit bisher noch unsere Beobachtungsfähigkeit zurück ist, als der Umstand, daß wir bis heute weder von den Funktionen des Corpus striatum noch von den Symptomen etwas wissen, die eintreten, wenn es zerstört oder wenn es gereizt wird. Es

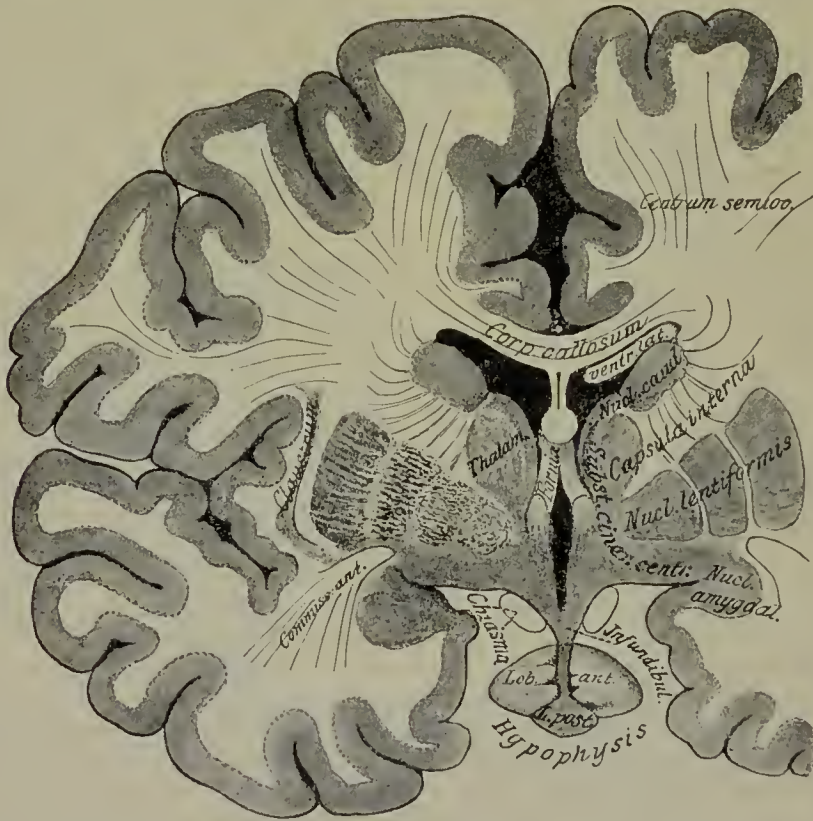


Fig. 126.

Frontalschnitt durch das Vorderhirn dicht hinter den Fornixsäulen.

ist ein mächtiger Hirnteil, der von enormer Bedeutung sein muß, sonst wäre er nicht von den Fischen an aufwärts vorhanden, ein Hirnteil, der bei den Vögeln die Hauptmasse des ganzen Großhirnes ausmacht, zudem ein Gebilde, in dem außerordentlich oft beim Menschen Krankheitsherde gefunden werden und doch hat niemals jemand ein Symptom entdeckt, das von ihm ausgeht. Was bisher als Striatumsymptome beschrieben wurde — Hemiplegie, Tremor, vasomotorische Störungen, das alles könnte auch durch Mitbeteiligung der immer nahen Capsula interna entstehen.

Am wahrscheinlichsten ist es noch, daß ein vertieftes Studium der Hirnphysiologie der Vögel weiter hilft, weil diese nur eine minimale Rinde besitzen. Bei ihnen lassen sich auch die einzelnen Ganglien des großen Komplexes isoliert reizen oder zerstören. Ist es erlaubt, aus vergleichend psycho-

logischen Beobachtungen weitergehende Schlüsse zu ziehen, so erscheint mir noch am wahrscheinlichsten, daß dem Striatum für Motilität und Sensibilität eine Rolle zukommt, die wir nur deshalb noch nicht erkannt haben, weil unsere Untersuchungen an Tieren angestellt werden, welche neben dem Striatum noch einen mächtigen Rindenapparat besitzen. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, daß ein guter Teil von dem, was man kurz als Spontaneität der Bewegung bezeichnet, durch das Striatum vermittelt wird. Die Versuche an Fischen mit abgetrenntem Großhirne weisen darauf hin, ebenso die bekannten Versuche an enthirnten Tauben.

## Dreizehnte Vorlesung.

### Das Vorderhirn: 2. Das Neencephalon.

M. H.! In der heutigen Vorlesung möchte ich Ihnen zeigen, wie aus unscheinbaren Anfängen sich das große Organ entwickelt, das als Träger der höchsten psychischen Tätigkeit sich über die niederen Hirnzentren schaltet.

Die mächtigen Gehirnhemisphären, welche beim Menschen fast den ganzen Hohlraum des großen Schädels erfüllen, sind das Endprodukt einer langen Entwicklungsreihe.

Während alle die Teile des Zentralapparates, welche wir bisher studiert haben, nicht nur im wesentlichen bei sämtlichen Säugern gleich gebaut und in ihrer Entwicklung wesentlich durch die Körpermasse ihrer Träger bestimmt sind, verhält es sich mit den Hemisphären durchaus anders. Schon die oberflächlichste Beobachtung lehrt, daß die Hemisphären sich im gleichen Maße vergrößern wie die geistige Gesamtleistungsfähigkeit eines Tieres zunimmt. Man hat den Eindruck wenn man die Gesamttierreihe überblickt, als schalte sich über den Grundapparat des Zentralnervensystemes, denselben, welcher (Fische, entrudete Tiere) im wesentlichen ausreicht zum Rezipieren der Außenwelt und zu den notwendigsten Bewegungen, welche die Existenz ermöglichen, ein neues Organ, und man kann, wenn man die Stammesentwicklung überblickt, leicht erkennen, wie dieses neue Organ sich aus ganz kleinen Anfängen — Cyklostomen, Selachier — nur sehr allmählich zu dem mächtigen Gebilde entwickelt, welches die Stellung des Menschen unter seinen Mitgeschöpfen bedingt. Innerhalb dieses Entwicklungsganges kommen die allergrößten Unterschiede zustande. Nicht nur die Gesamtmasse nimmt zu, sondern auch einzelne Abschnitte der Hemisphären können sich speziell entwickeln oder auch in ihrer Entwicklung stehen bleiben oder gar sich zurückbilden.

Das Neencephalon liegt, wo es stärker entwickelt ist, einen Mantel gleich neben dem Palaencephalon. Es heißt deshalb von Alters her Pallium oder Hirnmantel. Bei den niederen Säugern ist der ganze Apparat noch recht klein, kleiner als der Komplex des Palaencephalon.

So z. B. bei dem Fig. 127 abgebildeten Fledermausgehirn, wo das Pallium von dem Vorderhirn nur einen ganz kleinen Teil ausmacht.

Die Anatomie bezeichnet den Komplex, welchen Palaencephalon und Neencephalon des Vorderhirnes bilden, als Großhirn. Dieses setzt sich also zusammen aus dem Pallium dorsal, dem Striatum und Lobus olfactorius mit Lobus parolfactorius ventral.

Auf der verschiedenartigen Entwicklung des pallialen also des neencephalen Teiles beruht die Verschiedenheit im Aussehen, welche die Hemisphären bei den verschiedenen Tieren bieten. Hierauf beruht aber auch die verschiedene Leistungsfähigkeit in psychischer Beziehung.

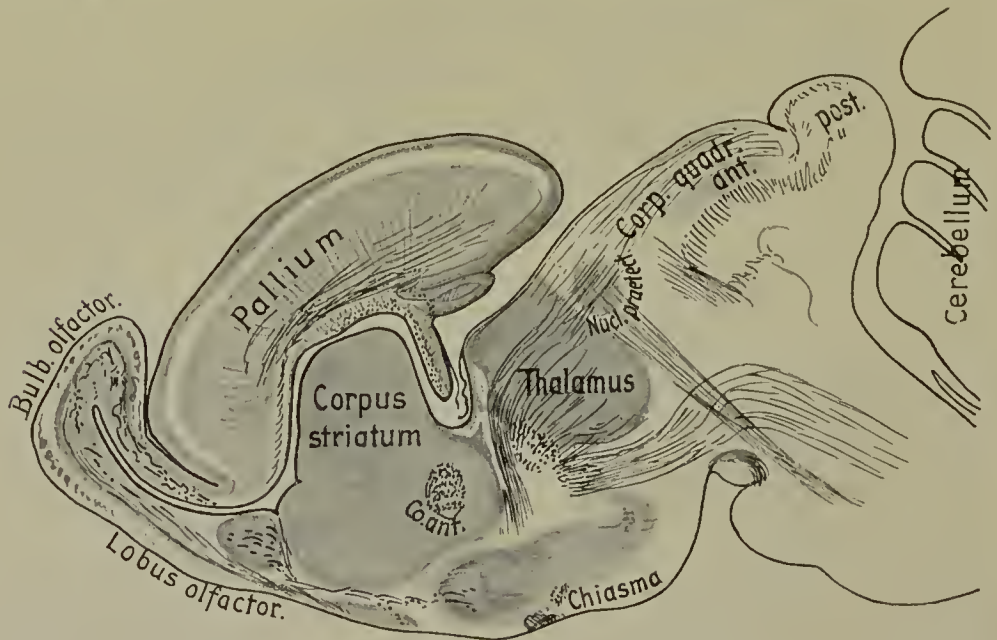


Fig. 127.

Sagittalschnitt durch das Gehirn der Fledermaus. *Vesperugo noctula*.

Die vergleichend anatomische Betrachtung lehrt, daß die Fische noch kein nervöses Pallium oder doch nur Spuren eines solchen haben, daß sich aber von den Amphibien an zunächst an der Medialseite der Vorderhirnblase hinten am Dach des hier hohlen Lobus olfactorius die erste Pallialanlage zeigt. Sie wächst schon bei den Reptilien beträchtlich und aus ihren Faserbeziehungen läßt sich zeigen, daß dieses älteste Pallium direkt ein Riechzentrum ist, wohl auch ein Zentrum für den Oralsinn. Aus bei den Reptilien vorhandenen Spuren entwickelt sich dann lateral von diesem Archipallium ein Neopallium. Diese ganze Entwicklung ist auf der Tafel I gut zu übersehen. In Fig. 132 erkennen Sie dann wie das kleine Archipallium, wenn das Neopallium einmal ordentlich auswächst, immer mehr medial gedrängt wird und schließlich nur als ein unbedeutendes Anhängsel der Hauptmasse des Vorderhirnes erscheint. Sie heißt dann Ammonshorn.

Das Neopallium ist der mächtige rindentragende Mantelabschnitt, der in der Reihe der Säuger, allmählich zunehmend, diesen die geistige Präponderanz über alle niederen Vertebraten verleiht.

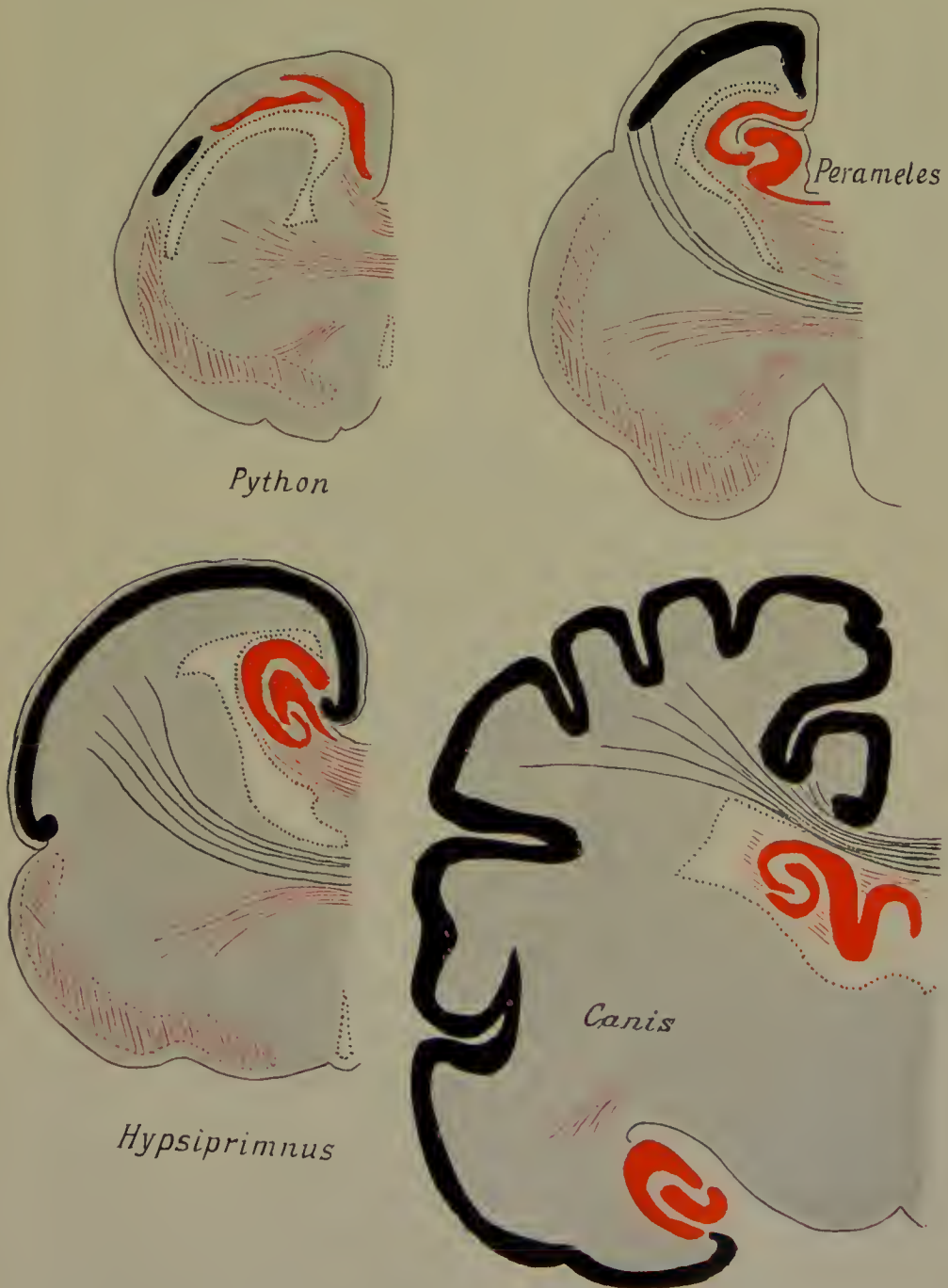


Fig. 132.

Entwicklung des Hirnmantels von Python (Riesenschlange) bis zum Hunde. Das bei Python nur in Spuren vorhandene Neopallium (schwarz) nimmt bei den Säugern enorm zu und rollt das Archipallium zum Ammonshorn (rot) auf.

Bei den Säugern des Eocen, ist es noch so klein, daß das Gesamthirn, Reptilientypus hat und noch bei vielen lebenden niederen Säugern bildet es kaum mehr als die Hälfte der ganzen Hirnmasse. Vergl. Fig. 133.

Noch bei so nahen Verwandten wie Mensch und Anthropeide bestehen mächtige Unterschiede, Ein Gorillagehirn wiegt z. B. kaum ein Drittel von dem Gewichte eines Menschenhirnes. Das Charakteristikum des Menschenhirnes ist eben die enorme Entwicklung des Neopalliums, die weithin über diejenige hinausgeht, welche schon die höchsten Affen erreicht haben. Noch ein wichtiges Moment unterscheidet das Affengehirn von der beim Menschen erreichten Stufe. Der Stirnlappen, der bei den niederen Affen noch sehr klein ist, erreicht bei den höheren schon eine große Ausdehnung, bleibt aber immer noch sehr zurück gegen den Stirnlappen des Menschen. Und beim Menschen ist dieser Entwicklungsgang noch keineswegs abgeschlossen. Es finden sich gerade im Stirnlappengebiete noch Diffe-

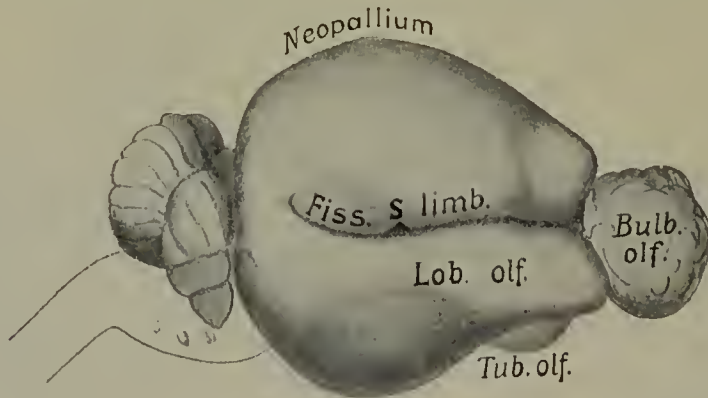


Fig. 133.

Gehirn des Igels. *Erinaceus europaeus*. 3mal vergrößert. Die Fiss. limbica trennt Neencephalon von Palaeencephalon. Bei S Andeutung eines Fossa Sylvii.

renzen, welche auf die Möglichkeit einer weiteren Vervollkommnung schließen lassen. Ganz besonders kommt hier das ventrale Gebiet in Betracht, welches, die Sprachzentren enthaltend, sehr wesentliche individuelle Verschiedenheiten in der Ausbildung zeigt.

Wer zum erstenmale ein reifes menschliches Gehirn zur Hand nimmt, um dessen Furchung zu studieren, der meint vor einer sehr schwierigen Aufgabe zu stehen, denn verwirrend laufen die Furchen nach allen Richtungen. Es ist aber gar nicht schwer, die Orientierung zu finden, wenn man sich einmal an einem embryonalen Gehirne die Grundlinien eingepägt hat; die sind ganz einfache.

Direkt von oben nach unten auf die bei dem Auswachsen des Schläfenlappens entstandene Sylvische Spalte läuft eine Furche herunter, die das Gehirn fast in zwei Hälften teilt. Dieser Sulcus centralis schafft frontal den Gyrus centralis anterior und

kaudal den G. c. posterior. Der erstere liegt im Stirnlappen, der andere im Scheitellappen. Der Stirnlappen wird durch zwei tiefere Furchen in drei Stirnwindungen geteilt und der Scheitellappen durch den beim Embryo noch geteilten halbkreisförmigen Sulcus interparietalis in einen oberen und unteren Scheitellappen zerfällt. Ventral vom Sylvischen Spalt liegt der Schläfenlappen. Auch er wird durch zwei Furchen in drei Gyri temporales geteilt.

Die Medialseite, die ganz einfach gefurcht bleibt, studieren wir später.

Wollen Sie jetzt ein reifes Gehirn zur Hand nehmen und, meinem Vortrage folgend, Furche für Furche, Windung für Windung sich aufsuchen, dann werden Sie sich, zumal wenn sie die einfachen schematischen Abbildungen zu Rate ziehen, ganz leicht orientieren.

Zunächst biegen wir die Ränder der Fissura Sylvii aus einander

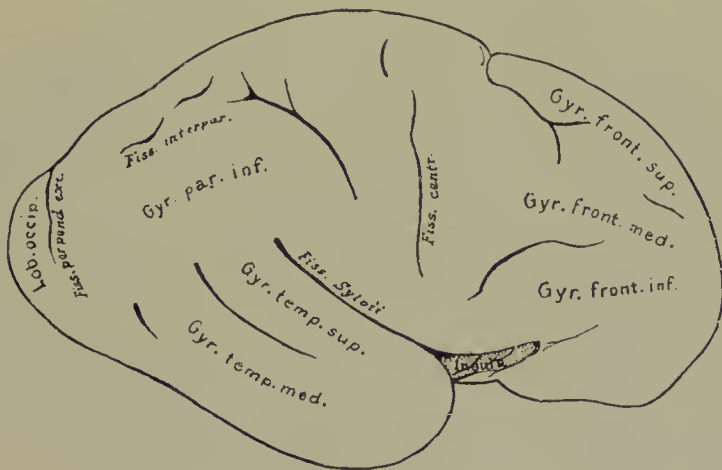


Fig. 134.

Gehirn aus dem Ende des siebenten Monats.

und betrachten die in der Tiefe liegende mehrgefurchte Rinde der Insula Reilii. Der Hirnteil, welcher vor diesem Auseinanderbiegen von oben her die Insel zudeckte heißt Operculum. In ihm endet immer der Sulcus centralis Sc der Figur 135.

Die neueren chirurgischen Operationen am Gehirne, ebenso die aus physiologischen Studien gewonnene Erkenntnis haben es wünschenswert gemacht, die Länge der Furche in Teile zerlegen. Als Anhaltspunkte dienen die beiden auf der Abbildung mit \* bezeichneten Knie, das obere und das untere Knie der Zentralspalte. Vor dem Sulcus centralis liegt die vordere Zentralwindung, hinter ihm die hintere Zentralwindung.

Das Gebiet vor der vorderen Zentralwindung, der Stirnlappen, wird durch zwei Furchen, die obere und die untere Stirnfurche, in drei Windungen, die obere, mittlere und untere Stirnwindung, geteilt. Diese Stirnwindungen sind nicht immer in der ganzen Länge

des Stirnlappens scharf voneinander geschieden, da die Stirnfurchen oft genug nach kurzem Verlaufe durch Querbrücken unterbrochen werden. Sie finden leicht an jedem Gehirne diese drei übereinander liegenden Teile des Stirnlappens und bemerken wohl auch, daß sie mit der vorderen Zentralwindung durch mehrere Übergangswindungen zusammenhängen. Geschieden werden sie von dieser Windung durch eine in ihrer Länge und Tiefe sehr veränderliche Furche, den *Sulcus praecentralis*.

Der Stirnlappen entwickelt sich erst sehr spät, er fehlt den meisten Säugern noch oder ist sehr klein.

Das Gehirn der anthropoiden Affen ist an Windungszügen dem des Menschen außerordentlich ähnlich. Was es aber von jenem ganz besonders scheidet, das ist die Entwicklung der Stirnwindungen. Die obere und die

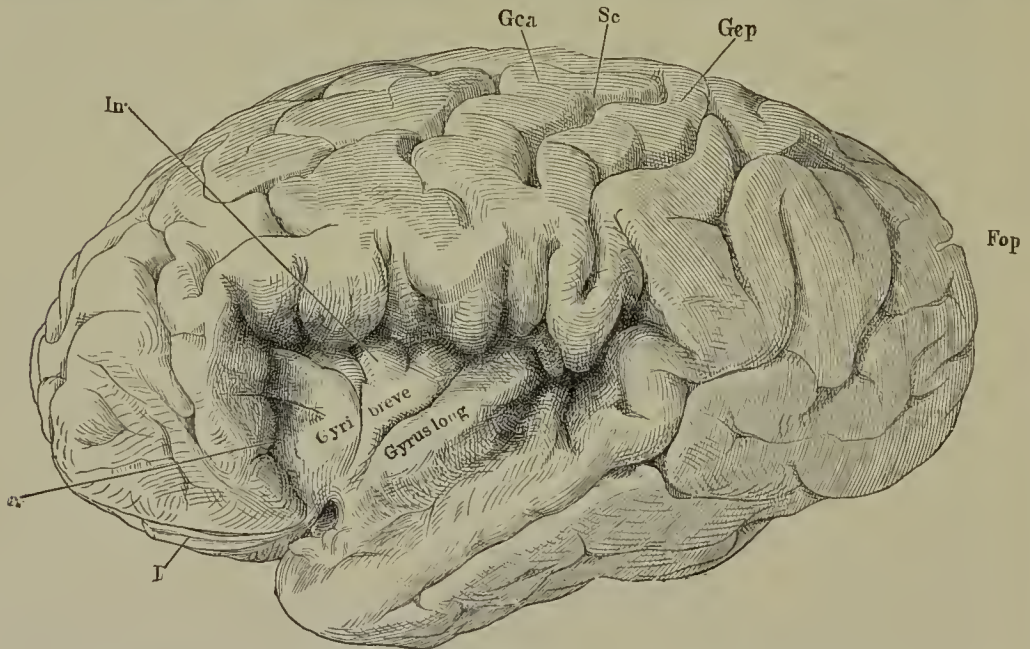


Fig. 135.

Die linke Hemisphäre mit auseinander gezogener Fissura Sylvii, um die Windungen der Insel *In* zu zeigen. *Sc* Sulcus centralis. *Gca*, *Gep* Gyrus centralis anterior und posterior. *Fop* Fiss. parieto-occipitalis. Nach *Hentle*.

mittlere sind immer sehr viel kürzer, die untere ist nur in Rudimenten nachweisbar. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dies der anatomische Ausdruck für geringere Intelligenz und besonders auch für das ganz unentwickelte Vermögen zu artikulierter Sprache ist. Da wir wohl unserem Sprachvermögen die Ausbildung unserer Intelligenz verdanken — nicht das Individuum, sondern die Gesamtheit ist gemeint —, so kann man vielleicht in der mangelhaften Ausbildung der unteren Stirnwindung die Ursache der geringeren Entwicklung des ganzen Stirnhirnes der Affen finden.

Der Schläfenlappen ist von mehreren Furchen durchzogen, welche parallel mit der Fissura Sylvii laufen und eine obere mittlere und untere Temporalwindung mehr oder weniger scharf voneinander trennen. Meist sind nur die beiden ersten in ihrer ganzen Länge deutlich abscheidbar.



Suchen Sie jetzt das Gebiet hinter der Zentralfurche, nach oben vom Schläfenlappen auf; es heißt Parietallappen. In ihm wird durch eine Furche, Sulcus interparietalis, welche im Bogen um die Enden der Fossa Sylvii und der ersten Schläfenfurche herumfließt, ein oberer und ein unterer Parietallappen abgeschieden.

Den Teil des unteren Scheitellappens, welcher das Ende der Fissura Sylvii umkreist, nennt man Gyrus marginalis, den dahinter liegenden Teil, welcher um die obere Schläfenfurche zieht, Gyrus angularis. Den ersteren sehen Sie an jedem Gehirne sofort, den letzteren Gyrus müssen Sie sich mit etwas mehr Mühe aufsuchen. Sie finden ihn in dem Raume, welcher von der Interparietalfurche nach oben, von der oberen Schläfenfurche, resp. deren Ende nach unten abgeschlossen ist; eben um dieses Ende schlägt sich

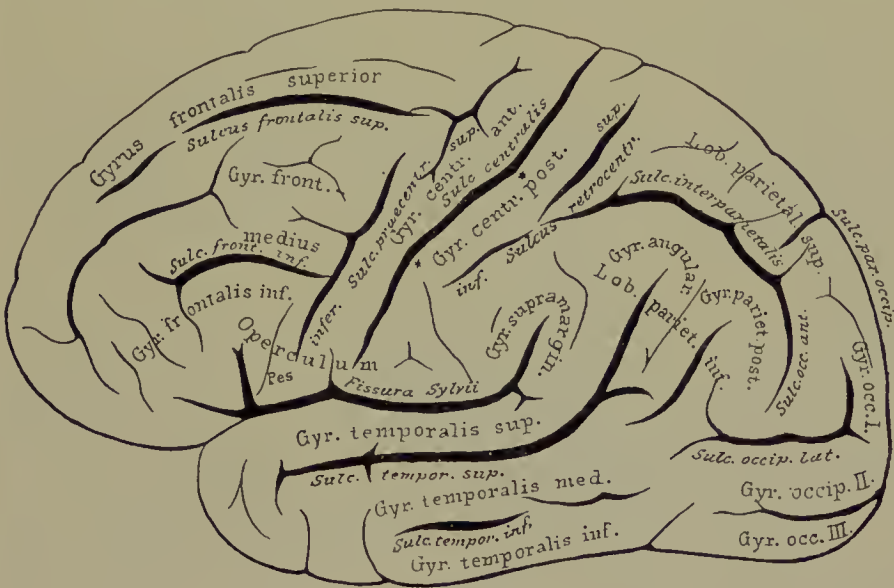


Fig. 136.

Seitenansicht des Gehirnes. Die Gyri und Lobuli sind mit Antiquaschrift, die Sulci und Fissurae mit Kursivschrift bezeichnet.

ja sein hinterer Teil herum. Die Gegend des Gyrus angularis ist lokalisatorisch wichtig. Es ist deshalb vorteilhaft, sie gut begrenzen zu können.

Der Occipitallappen ist lateral nicht in allen Gehirnen so gleichmäßig gefurcht, daß man immer die von den Autoren angegebene obere, mittlere und untere Occipitalwindung leicht und ohne Künstelei wiederfinden könnte. Von dem Scheitellappen ist er gewöhnlich durch die vordere Occipitalfurche, welche senkrecht hinter dem Lobus parietalis inferior herabzieht, geschieden. Eine oder zwei horizontal gestellte kleine Furchen trennen die kleinen Windungen unter sich.

Haben Sie alle diese Furchen und Windungen gefunden, so

schneiden Sie das Gehirn, dem großen Längsspalte zwischen den Hemisphären folgend, mitten durch und studieren nun die mediale Seite desselben. Sie erblicken jetzt auf dem Schnitte in der Mitte das Zwischenhirn, resp. seine laterale Wand, den Thalamus opticus. An der Grenze zwischen ihm und dem Großhirne zieht der zu einem weißen Markstreifen verdickte Hemisphärenrand, der Fornix, im Halbbogen dahin. In der grauen Substanz der Lamina terminalis tritt er nahe der Hirnbasis zuerst auf, steigt als *Columna fornicis* dorsalwärts, begleitet den Rand der Hemisphäre dann immer weiter, krümmt sich mit ihm in Schläfenlappen und endet erst an dessen Spitze als *Fimbria*.

Die horizontale Masse quer durchtrennter Fasern über dem Fornix gehört dem Balken (*Corpus callosum*) an; an diesem erkennen Sie

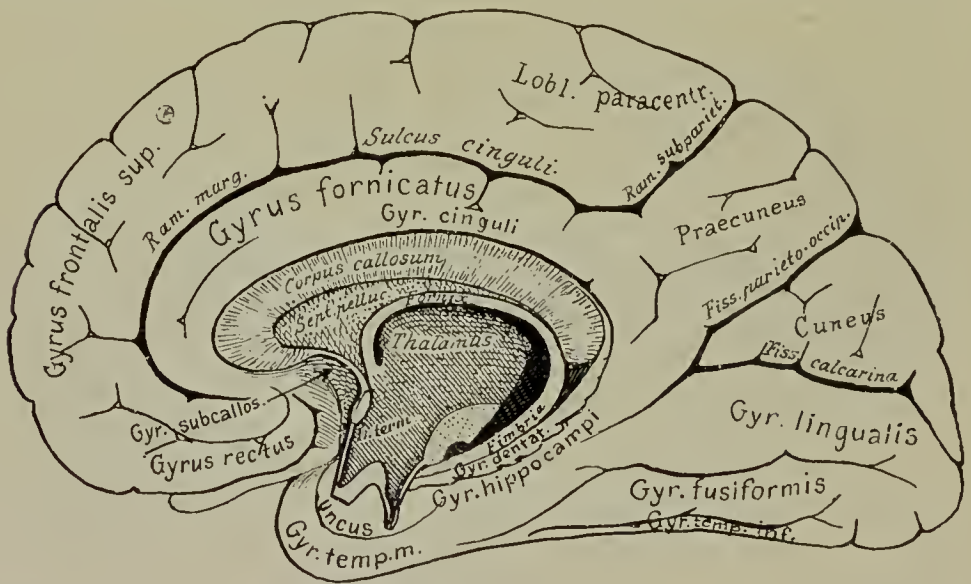


Fig. 137.

Längsschnitt durch die Mitte eines Gehirnes vom Erwachsenen. Der hintere Teil des Thalamus, die Hirnschenkel usw. sind abgetrennt, um die Innenseite des Schläfenlappens freizulegen.

vorn das Knie, Genu, hinten das Splenium, den Wulst, und in der Mitte den Körper. Zwischen Balken und Fornix liegt das dreieckige Feld des Septum. Außerdem erkennen Sie dicht vor dem Fornix unten die Commissura anterior auf dem Querschnitte. Sie liegt mitten in der Lamina terminalis, die sich dann ventralwärts in den Boden des Zwischenhirnes fortsetzt und hier durch das quer getroffene Chiasma etwas eingestülpt wird. Ich habe absichtlich diese zum Teile nur häufigen Gebilde an unserem Präparate stehen lassen, damit Sie sich hier wieder einmal den ventralen Abschluß des mittleren Ventrikels ansehen können.

Der Teil der Hemisphärenscheidewand, welcher über dem Balken liegt, ist von wenigen und ziemlich konstanten Furchen durchzogen.

Zunächst zieht dem Balken parallel der Sulcus cinguli. Hinten wendet er sich nach oben zur Hemisphärenkante und endet dort in einem kleinen Einschnitte kaudal von der hinteren Zentralwindung.

Der Sulcus cinguli, welcher auch die Namen Sulcus callosomarginalis und Sulcus splenialis führt, besteht eigentlich aus drei hintereinander liegenden, nicht selten wirklich getrennten Stücken.

Was nach vorn und oben von dieser Furche liegt, rechnet man zur oberen Stirnwindung; der Windungszug, welcher zwischen der Furche

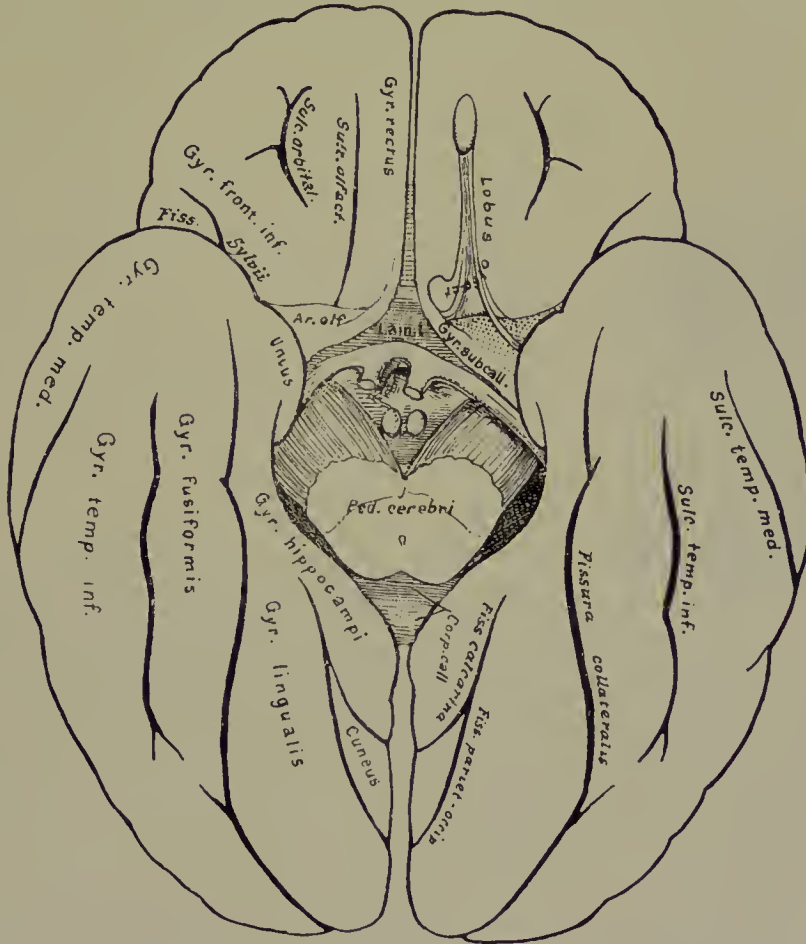


Fig. 138.

Die Windungen an der Hirnbasis (schematisiert). Das Chiasma zurückgeschlagen.

und dem Balken einherzieht, heißt Gyrus fornicatus. Ein Blick auf ein Präparat oder auf unsere Abbildung zeigt Ihnen, daß der Gyrus fornicatus sich in seinem hinteren Teile nach oben hin verbreitert und über die Hemisphärenkante hinweg direkt in den Lobus parietalis superior übergeht. Diese Verbreiterung heißt Praecuneus. Direkt vor dem Praecuneus liegt eine Rindenpartie, welche außen an beide Zentralwindungen anstößt und diese untereinander verbindet. Sie wird als Parazentrallappen bezeichnet.

Hinten erreicht der Praecuneus sein Ende an einer tiefeinschneidenden, immer etwas auf die Außenseite der Hemisphäre übergreifenden Furche, dem Sulcus parieto-occipitalis. Dieser Sulcus parieto-occipitalis greift manchmal sehr weit über die Innenfläche hinaus und verläuft als tiefe, senkrechte Furche, Sulcus perpendicularis ext., außen über die Hemisphäre. Das ist namentlich häufig bei Idiotengehirnen der Fall. An fast allen Affengehirnen beginnt in dem Sulc. par.-occip. (oder dicht hinter ihm), eine breite Spalte, welche über den größeren Teil der lateralen Hirnoberfläche herabzieht und in sehr auffallender Weise den Scheitellappen von dem Schläfenlappen trennt (Affenspalte).

In den Sulcus parieto-occipitalis mündet in spitzem Winkel der Sulcus calcarinus, eine überaus wichtige Furche, weil in ihren beiden Wänden die Sehstrahlung endet. Der dreieckige, von den beiden letztgenannten Furchen eingeschlossene Rindenteil heißt Cuneus.



Fig. 139.

Frontalschnitt durch die Ammonsformation. Der Gyrus hippocampi durch die Fissura hippocampi eingestülpt, zerfällt in einen freien Teil, Pars subicularis und einen verdeckten. Um das Ende des letzteren legt sich der Gyrus dentatus. Ihr Markweiß bedeckt, in das Unterhorn hineinragend, als Fimbria die ganze Ammonsformation.

Vor seiner Spitze zieht der Gyrus fornicatus herab an die Medialseite des Schläfenlappens. Er heißt hier Gyrus hippocampi und endet frontal im Uncus. Dieser Gyrus hippocampi wird, wie Fig. 139 zeigt durch eine tiefe Furche die Fissura hippocampi eingestülpt, gewissermaßen eingerollt. Da, wo seine Rinde endet, liegt noch ein dünner Gyrus, der Gyrus dentatus. Dann aber wird durch Verdünnen der Rinde zum Plexus chorioideus das Mark aus diesen Windungen, frei an der Hirnbasis sichtbar; es ist, s. Fig. 137, die Fimbria. Von rechts nach links kreuzen unter dem Balken Fimbriafasern als Psalterium.

Kaudal mündet, wie Sie an der Fig. 137 gut sehen, ein kleiner länglicher Gyrus des Occipitallappens in den Gyrus hippocampi; er heißt Gyrus lingualis (zungenförmige Windung).

Eine Längsfurche, der Sulcus collateralis, trennt Gyrus hippocampi und Gyrus lingualis von dem weiter lateral liegenden Gyrus fusiformis. Diese Furche wird aber sehr häufig durch Übergangswindungen zum benachbarten Gyrus fusiformis und Gyrus lingualis unterbrochen.

Bei vielen kleinen Säugern ist die Hirnoberfläche ganz glatt, bei den meisten aber legt sie sich in Windungen, weil Hirnentwicklung und Vergrößerung des Schädelinneren ja keineswegs von den gleichen Faktoren bedingt sind. Die Windungen und Furchen, welche als Resultat dieser Faltenbildung erscheinen, sind überall sehr genau studiert.

Es gibt kaum eine Furche, kaum eine Windung, die nicht schon eine eigene kleine Literatur aufzuweisen hätte. Von allen sind die typischen Verlaufsverhältnisse und eine gewisse Anzahl von Variationsmöglichkeiten gut bekannt. Wir besitzen Schilderungen der Hirnoberfläche nicht nur von Europäern, sondern auch von Angehörigen vieler fremder Völker; die anthropoiden Affen sind zum Gegenstande sehr zahlreicher Arbeiten gemacht, und auch den anderen Affen und ziemlich allen Säugern ist ein sehr eifriges Studium gewidmet worden. Wir kennen für den Menschen und für viele Affen auch die Entwicklung der Windungen nun ganz genau. Bei diesen Studien hat sich herausgestellt, daß keineswegs bei allen Individuen die embryonalen Furchen und Windungen gleichzeitig auftreten oder auch nur gleiche Konfiguration haben, wenn sie einmal deutlich vorhanden sind. Diese Tatsache ist deshalb sehr wichtig, weil sie den Beweis enthält, daß die Hirnrinde, der Träger der höheren Seelentätigkeit, schon in der Anlage für verschiedene Individuen verschieden ausgedehnt ist.

Das hohe Interesse, welches man der Ausbildung der Hirnfurchen schenkt, ist nicht durch das rein Morphologische bedingt. Seit man überhaupt das Gehirn wissenschaftlich studiert, hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob etwa in der Ausdehnung der Großhirnoberfläche sich die geistige Bedeutung ihres Trägers irgendwie widerspiegeln. Gall schon glaubte sich berechtigt, den Satz aufzustellen, daß geistig besonders hochstehende Menschen ein größeres und windungsreicheres Großhirn hätten als andere, und daß vorwiegend die Stirnlappen bei den ersteren besser entwickelt seien. Hier handelt es sich aber mehr um einen allgemeinen Eindruck als um das Ergebnis exact messender und vergleichender Beobachtung. Wirklich erste Studien in dieser Richtung datieren erst von dem Tage an, wo Rudolf Wagner 1860 der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften den Bericht über die Untersuchungen vorlegte, welche er an dem Gehirne des berühmten Mathematikers Gauß und an einigen anderen Gehirnen von Gelehrten und Denkern angestellt hatte. Seitdem sind wir in den Besitz einer sehr großen Anzahl von Windungsschilderungen gekommen. Bisher haben sich nur solche als lohnend erwiesen, welche sich mit einseitig Begabten, etwa mit Musikern, beschäftigten, wo z. B. Teile des Schläfenlappens hypertroph scheinen, aber es sammelt sich eben mehr und mehr Material von solchen Gehirnen an, deren Träger gut bekannt waren und es lehren Pathologie und Physiologie allmählich besser welche Rindengebiete für bestimmte Funktionen vorwiegend in Betracht kommen, so daß abzusehen ist, daß wir hier mit der Zeit zu wichtigen Resultaten kommen werden. Die Ausbildung des Großhirnes als Ganzes ist nicht zu einem Maße der Gesamtintelligenz brauchbar. Es ist ein Gewinn erst des letzten Jahrzehntes, daß wir gelernt haben, daß verschiedene Gehirne ganz verschiedene Entwicklung ihrer Einzelterritorien haben können. Noch aber können wir diese Rindenterritorien nicht so voneinander abscheiden, daß man sie morphologisch oder wägend vergleichen könnte. Das Hirngewicht schwankt für die Mehrzahl der Männer zwischen 1300 und 1450 Gramm, für Frauen ist es um ein wenig geringer. Nun kommen ungewöhnlich schwere Gehirne gelegentlich bei geistig nicht besonders hoch Entwickelten vor, und umgekehrt hat man bei Menschen, die sehr hervorragend waren, relativ niedere Gewichte gefunden. Wir aber sind gewöhnt, die geistige Bedeutung eines Menschen nicht nach ihrer Gesamtheit, die ja nicht prüfbar ist, sondern zumeist nach irgend besonders hervorragenden Eigenschaften zu messen, welche dem Individuum Ansehen, Stellung usw. gaben. Solche Eigenschaften können sehr wohl auf besondere Zunahme eines einzelnen Rindengebietes zurückführbar sein ohne daß dies gerade in dem Gesamthabitus der Windungen oder in der Wägung sich aus-

drückt. Es könnte jemand mit enormem Sehgedächtnisse, Sehphantasie usw. versehen und mit aller geistigen Begabung, die den großen Maler kennzeichnet, eine geradezu einzige Stellung einnehmen, und doch würde die Vergrößerung des Occipitallappens, oder nehmen wir einen Musiker, wo wahrscheinlich der Schläfenlappen in Betracht käme, des Schläfenlappens also, bei einer Wägung dann keine wesentliche Abweichung vom Durchschnittsgewichte erzeugen, wenn etwa andere Zentren auch nur um ein Geringes weniger entwickelt wären. Ein großer Redner, ein energischer Mann und ein genialer Führer muß nicht geradezu ein größeres Hirn besitzen. Jene Eigenschaften können sehr wohl auf ganz kleine lokale Vergrößerungen einzelner Rindenfelder basiert sein. Gambettas Gehirn z. B., von dem wir die Sprachgegend als ungewöhnlich entwickelt bezeichnen können, wog kaum mehr als der Durchschnitt kleinerer Gehirne. An dem Helmholtzschen Gehirne sind Teile besonders entwickelt, deren Funktion noch völlig unklar ist.

## Vierzehnte Vorlesung.

### Die Rinde und die Faserung des Großhirnes.

M. H.! Der Eigenapparat des Neencephalon, die Rinde überzieht überall die Windungen der Hemisphäre. Er ist aus so vielen Ganglienzellen und so reicher Glia, aus so vielen marklosen Fibrillen dazu aufgebaut, daß er überall als dicke graue Lage erscheint.

Hier treten aus den mannigfachsten Teilen des Gehirnes Fasern ein und weithin werden welche ausgesandt — Fig. 36 zeigt das am schnellsten. Außerdem werden hier durch Faserzüge, Collateralen und umspinnende Fasern unzählige Möglichkeiten zur Verknüpfung der anlangenden oder ausgehenden Vorgänge geboten. Dieser Verknüpfungsreichtum ist so groß, daß schon in der allerältesten Hirnrinde, in der Ammonsrinde der Reptilien, anatomisch kein Überblick mehr zu bekommen ist, trotzdem man sie fast in einem einzigen Mikroskopgesichtsfeld übersehen kann.

Die Rinde hat nicht überall den gleichen Bau. Wenn auch eine Art Grundtypus existiert, so lassen sich doch je nach der Hirnregion, die man untersucht, geringere oder größere Differenzen an den Schichten auffinden, in welche die Ganglienzellen und Nervenfasern der Rinde angeordnet sind. Nie geht ein Rindentypus plötzlich in einen anderen über. Je nachdem man die verschiedene Anordnung der Zellen oder die Zeit der Markscheidenbildung, welche für viele Rindengebiete ganz verschieden ist, zum Maßstabe nimmt, kann man 30—40 verschiedene Rindenfelder unterscheiden.

Da aber diese anatomischen Verschiedenheiten in ihrer Bedeutung noch ganz unverstanden dastehen, so wollen wir uns heute nur die Rinde einer Region, des Stirnlappens, dicht an der vorderen Zentralwindung, betrachten. Dort liegt dicht unter der Pia, noch bedeckt von einer dickeren Neuroglialage, ein dichtes Flechtwerk von meist parallel

zur Oberfläche dahinziehenden feinen, markhaltigen Fasern — 1 der umstehenden Figuren, Schicht der Tangentialfasern. Ihr sind Zellen in relativ geringer Menge eingelagert. Direkt unter ihr aber beginnt die Schicht der eigentlich für die Rinde typischen Pyramidenzellen, zunächst mit einer sehr zellreichen Lage kleinerer Gebilde 2, die dann aber in 3, die Schicht der mittleren und darunter der großen Rindenpyramiden übergeht. Alle diesen senden nach der Oberfläche und nach verschiedenen Seiten ihre Dendriten als Spitzenfortsatz, Lateralfortsätze usw. und zumeist nach der Tiefe des Marklagers ihren Axenzylinder. Die Schicht der großen Pyramidenzellen ist im Stirn- und Scheitellappen die breiteste der Rinde. Die einzelnen Zellen sind um so größer, ihr Spitzenfortsatz um so länger, je tiefer die Zelle von der Oberfläche abliegt. Die vierte unter den Pyramiden liegende Zellage besteht wieder aus kleineren, nicht regelmäßig liegenden Zellen. Sie sind eingeklemmt zwischen der Masse in die Rinde eindringender Markfaserstrahlungen. Vielleicht ist es zweckmäßig, diese Lage noch in drei übereinanderliegende Schichten zu teilen, eine hauptsächlich aus „Körnern“ bestehende Lamina granularis, eine Schicht mit relativ großen Pyramidenzellen, Lamina ganglionaris, und eine ebensolche mit unregelmäßigen dreieckigen und spindelförmigen Zellen. Diese Einteilung hat für Zelluntersuchungen pathologischer Rinde ihre Vorteile.

Außer den erwähnten Pyramidenzellen gibt es noch in der Rinde

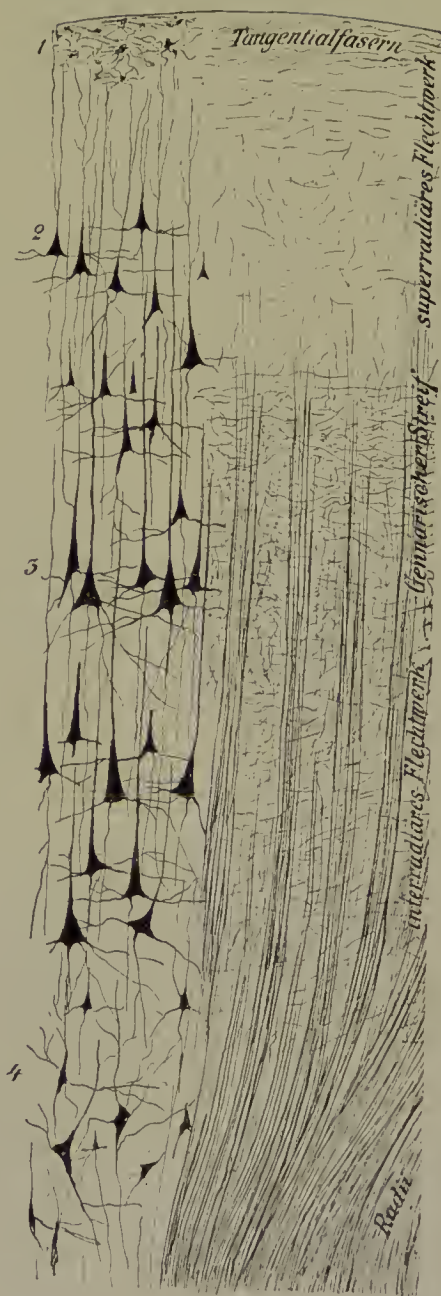


Fig. 140.

Schema eines Schnittes durch die Rinde einer Stirnwindung. Rechts nach einem mit Weigert'schem Hämatoxylin gefärbten Präparate, links nach Präparaten, die nach Golgi mit Sublimat behandelt waren. Rechts sind nur die Fasern, links nur die Zellen deutlich. Der letzteren sind mehr vorhanden, als gezeichnet wurden. Da sich bei der Golgi'schen Methode auch Hohlräume um der Zellen und Ausläufer erfüllen, so erscheinen die Zellen größer als sie wirklich sind.

eine große Masse kleinerer, in allen Höhen verteilt liegender polygonaler Zellen, deren Axenzylinder sich ungemein rasch völlig aufzweigt. In die Rinde dringt der Markstrahl, um sich da zu verzweigen. Behufs Verständigung bei pathologisch-anatomischen Untersuchungen unterscheidet man hier, s. Fig. 140 rechts, 1. Radii, Markstrahlen, 2. interradiäres Flechtwerk, zumeist aus zur Oberfläche parallelen Fasern bestehend, 3. superradiäres Faserwerk und 4. Tangentialfasern. An der Grenze zwischen dem superradiären und dem interradiären Flechtwerke verdichtet sich das letztere besonders stark. Diese überall auch mit bloßem Auge als weißer Streif sichtbare Schicht ist namentlich im Bereiche der Cuneus so dicht, daß sie dort besonders leicht erkannt wird. Man bezeichnet sie als Gennarischen Streifen. Die Rinde um den Sulcus calcarinus ist durch eine so besonders mächtige Entwicklung dieses Flechtwerkes gekennzeichnet, daß; sie auf allen Schnitten, siehe z. B. Fig. 161, ein weißes Band (Vicq d'Azyrscher Streifen) zeigt.

Die Nervenfasern in der Hirnrinde bekommen erst sehr spät ihr Mark. Es tritt im 8. Fötalmonate zuerst im oberen Scheitellappen und der hinteren Zentralwindung auf, im 1. Lebensmonat kommen hiezu einzelne Fäserchen in der vorderen Zentralwindung, später, im 2—3., beginnt im Occipitallappen die Markbildung der Rinde. Es ist wahrscheinlich, daß diese Verhältnisse mit der Zeit in Beziehung stehen, in der der Mensch in den einzelnen Hirngebieten zu arbeiten beginnt, daß sich mit dem Erwerben von Sehvorstellungen z. B. die Rinde der Sehsphäre entwickelt. Im späteren Leben werden immer ausgedehnten Bezirke markhaltig. Man kann sich wohl vorstellen, daß der Mensch sich durch zerebrale Arbeit neue Bahnen in diesem Sinne schafft, daß der vermehrten Leistungsfähigkeit, der Übung der Gehirnes, als anatomisches Substrat die Neubildung oder Verstärkung vorhandener Bahnen entspräche.

Eine möglichst genaue Kenntnis der Hirnrinde wird eben von allen Seiten mit Recht angestrebt. Bereits hat sich die Psychiatrie erfreulicher Erfolge zu rühmen, die bei solchen Studien herangereift sind. Ich erinnere nur daran, daß bei der progressiven Paralyse der Irren zunächst das Netz der Nerven in Schicht 1 untergeht, und daß dann sukzessive auch die Fasern in den tieferen Schichten bis in die vierte hinein schwinden. Ähnliches ist später für andere Psychosen nachgewiesen, und neuere Funde haben gelehrt, daß auch in den tieferen Teilen des Gehirns bei der Paralyse Schwund feiner Fasern zustande kommt. Derselbe wird, wie der Verlauf seiner Ausbreitung erschließen läßt, hier und da durch sekundäre Degeneration von in der Rinde bereits unterbrochenen Fasern bedingt. Dann besitzen wir treffliche Studien über die Zellveränderungen in der Rinde bei den verschiedensten Seelenstörungen und ebensolche über Veränderungen in der Neuroglia der Rinde bei bestimmten Erkrankungen.

Der ungeheure Eigenapparat der Rinde hat eine ganz besonders große Menge von Nervenfasern zur Verfügung, die ihn in sich verbinden. Nahe und ferne Stellen, Teile der anderseitigen Hemisphäre, alles ist von jeder Stelle der Rinde aus auf wohlbekanntem Bahnen erreichbar.

Zunächst sind alle Windungen mit den daneben liegenden, auch mit weiter entfernten durch Assoziationsbahnen verbunden. Die kürzesten



liegen der Rinde am nächsten und heißen *Fibrae propriae*, die längeren durchziehen weiter ab in verschiedenen Richtungen das ganze Gehirn, aber einige bestimmte Rindengebiete, der Stirnlappen z. B., sind an Stabkranzfasern ärmer, an inneren Assoziationsbahnen reicher als andere und überall im Gehirn ist die Summe der Assoziationsfasern sehr viel größer als die der Stabkranzfasern.

Die Verfolgung der kurzen *Fibrae propriae* zwischen zwei benachbarten Rindenbezirken ist, wenn man sich der Abfaserungsmethode bedient, nicht allzu schwer. Die Darstellung der Verbindungen weiter voneinander liegender Rindengebiete ist viel schwieriger und führt gar leicht zu Kunstprodukten, welche nur zum Teile dem wirklichen Faserverlaufe entsprechen. Einigermäßen sicher sind nur wenige Züge zu verfolgen. So das Hakenbündel — *Fasciculus uncinatus*, das Bögenbündel — *Fasciculus arcuatus*, das untere Längsbündel — *Fasciculus longitudinalis inferior*, die Zwinde — *Cingulum* und wenige andere. Ihr Verlauf erhellt aus Fig. 142.



Fig. 141.

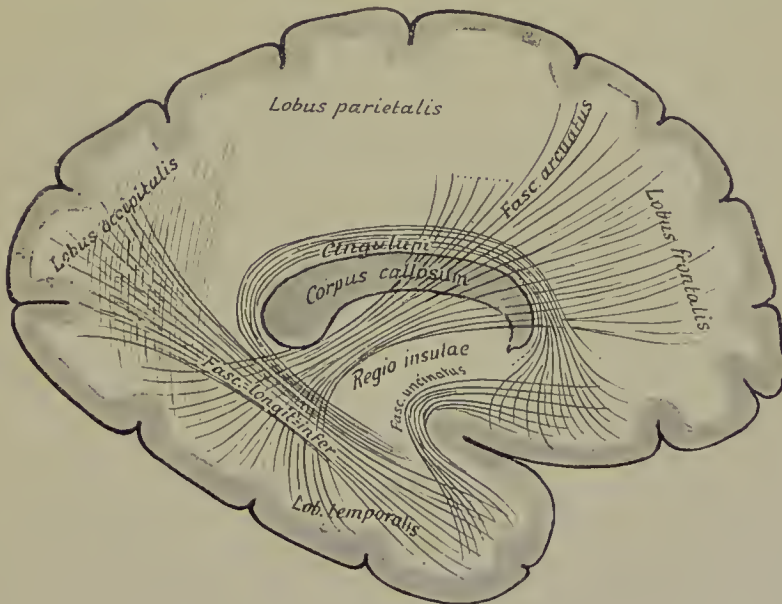
Schema der *Fibrae propriae* der Rinde.

Fig. 142.

Schema des Verlaufes der langen Assoziationsbahnen.

Ein solcher Apparat ist, wie Sie sehen, durchaus geeignet, alle Teile des Gehirns untereinander in Verbindung zu bringen. Die mannigfachen Assoziationsvorgänge im Denken, in der Bewegung und der Empfindung, denen das Gehirn dient, finden möglicherweise hier ihr anatomisches Substrat.

Nicht unwahrscheinlich ist es, daß diese Fasern auch bei der Ausbreitung der epileptischen Anfälle eine wichtige Rolle spielen. Es ist möglich, bei Tieren durch Reizung einer Rindenstelle zunächst Zuckungen in den hierher gehörigen Muskeln, bei Steigerung des Reizes Krämpfe in der ganzen betreffenden Seite hervorzurufen, Krämpfe, deren Verlauf der Anordnung der betreffenden Zentren in der Hirnrinde entspricht. Bei der Ausbreitung dieses Reizes wird nie ein benachbarter motorischer Punkt übersprungen. Die Krämpfe befallen, wenn sie sich völlig über die eine Körperhälfte verbreitet haben, unter Umständen (Intensität des Reizes, Disposition des Versuchstieres) die andere Hälfte.

Zu diesen Zügen, welche Teile einer Hemisphäre unter sich verbinden, kommen weiter Fasern, welche eine Hirnhälfte mit der anderen Hälfte verknüpfen, die Kommissuren. Wir müssen im Vorderhirn drei Kommissursysteme gut unterscheiden:

1. Die bereits früher besprochene Kommissur des Palaeencephalons, die Commissura anterior.

2. Die Kommissur des Archipalliums, das Psalterium, Fasern, die unter dem Balken zwischen beiden Ammonshörnern dahinziehen, auch gekreuzte Fornixbündel entlassen.

3. Die Kommissur des Neopalliums, den Balken. Seine Fasern verlaufen beim Menschen alle geschlossen, es gibt aber Tiere, bei denen sie sich den Fasern der Commissura anterior anschließen, so die meisten Beuteltiere. Sie verbinden gleichartige, aber auch einige ungleichartige Rindenstellen der beiden Seiten untereinander. Ihre Ausstrahlung in das Hinterhorn des Seitenventrikels heißt Forceps, die in das Unterhorn Tapetum. Beide sehen Sie gut auf der Abbildung Fig. 1, welche Sie sich aufsuchen müssen, weil da die Balkenstrahlung gut sichtbar abgefasert ist. Auf dem Schnitte der Fig. 143 sehen Sie ebenfalls die Balkenausstrahlung und gleichzeitig die darunter liegende des Psalterium, das sich aus den Ammonshörnern entwickelt.

Es liegt, meine Herren, nicht im Plane dieser Vorlesungen, die reiche Fülle von Tatsachen mitzuteilen, welche die Pathologie über die Funktionen der einzelnen Hirnteile ermittelt hat. Die Lehre von der Funktion der Hirnrinde ist noch durchaus im Werden begriffen, ist noch nach keiner Seite hin abgeschlossen. Im allgemeinen kann man sagen, daß über die Erscheinungen, welche nach Verletzung der Rinde auftreten, mehr sichergestellt ist für den Menschen, als für das Tier.

Daß die Rinde des Großhirnes intakt sein muß, damit die höheren seelischen Prozesse richtig ablaufen können, das war schon lange den Ärzten bekannt und man hat seit den Zeiten der alexandrinischen Gelehrten, die Unterlage für diese Prozesse im Großhirn selbst gesucht. Allerdings hat man die verschiedensten Teile desselben, bald den bald jenen für das „Seelenorgan“ in Anspruch genommen. Seit wir aber durch Broca 1863 erfahren haben, daß ein bestimmtes seelisches Vermögen, dasjenige der Sprache, durch bestimmt lokalisierte Erkrankungen vernichtet werden kann, seit die Versuche von Fritsch und Hitzig und die ungeheure sie nachprüfende Literatur bekannt wurden, seit man namentlich mehr und mehr gelernt hat, bei dem Menschen bestimmte Ausfallserscheinungen auf psychischem Gebiete mit bestimmten Ausfällen im Rindenapparat zu identifizieren, kann gar kein Zweifel mehr sein, daß der Rindenapparat in der Tat im wesentlichen die Unterlage besonderer höherer Seelentätigkeit ist.

Wenn man Näheres ermitteln will, so stehen zunächst 3 Wege offen.

Wir können untersuchen, was diejenigen Tiere vermögen, die keine Rinde oder nur minimale Rinde im Großhirn besitzen.

Wir können untersuchen, welche Defekte bei einem rindentragenden Tiere eintreten, wenn man ihm die ganze Rinde oder Teile derselben nimmt.

Wir können untersuchen, wie Menschen sich verhalten, denen einzelne Rindenteile fehlen oder solche, bei denen diffuse Erkrankungen der Gehirnrinde vorhanden sind.

Der auf die vergleichende Anatomie gebaute Weg lehrt, daß Fische und Amphibien, die fast ausschließlich auf ein Palaencephalon angewiesen sind, für ihre Handlungen direkt von bestimmten, durch Gewöhnung etwas modifizierteren Reizen abhängen und daß sie völlig unfähig sind, mehrere Eindrücke zu kombinieren. Mit dem Auftreten der Hirnrinde bei den Reptilien zeigt sich

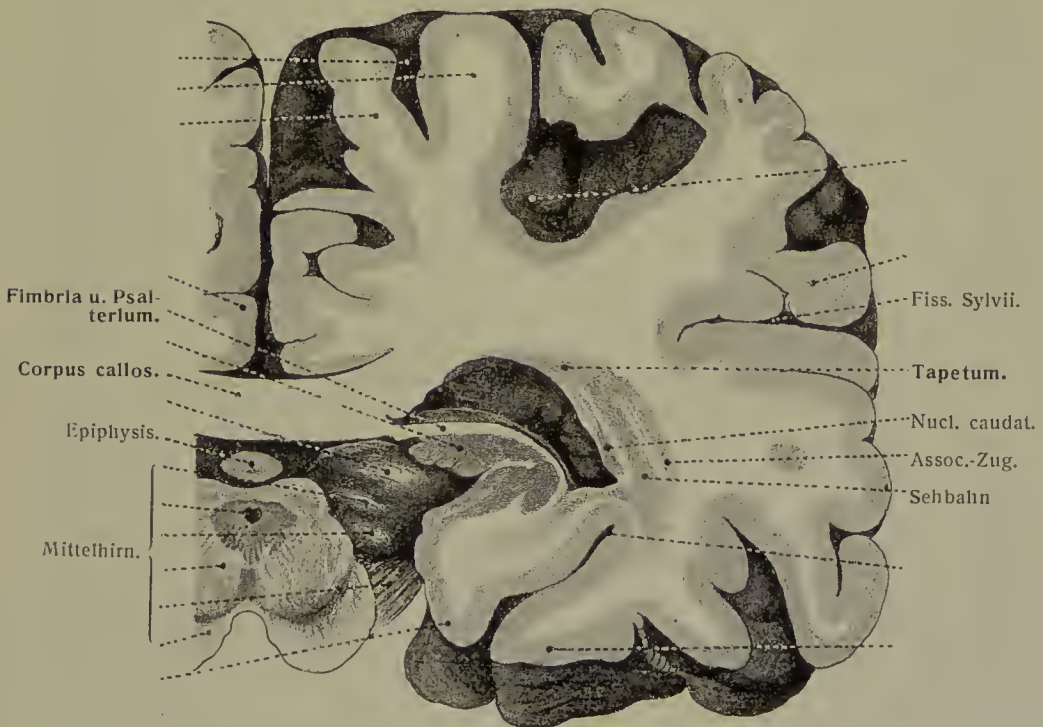


Fig. 143.

Mensch. Frontalschnitt. Balken, darunter das aus der Fimbria stammende Psalterium.

zuerst die Fähigkeit, die Außenwelt zu beobachten, zu untersuchen und damit die Fähigkeit, auf einzelnen Gebieten wenigstens, kombinierend die Handlung einzurichten. Während der Frosch den Regenwurm, der ihn durch seine Bewegung zum Zuschnappen veranlaßt, nicht mehr packt, sobald er ruhig liegt, sehen wir die Schlange der Geruchspur einer Maus, die sie eben gejagt hat, überall hin nacheilen. Sie sucht züngelnd sehr deutlich. Vögel, die eine gute Rinde und besonders eine deutliche Sehstrahlung haben, finden optisch ihren Weg, sie lassen sich durch optische, nur assoziativ erkennbare Eindrücke locken oder scheuchen (Vogelscheuchen). Sie sichern vor dem Niederlassen vorsichtig nach allen Seiten und lernen bald ihre Feinde kennen. Für vieles zeigen sie ein deutliches Gedächtnis. Man kann sie auch zuerst in der Tierreihe zu allerhand abrichten, sie vieles lehren.

Man erkennt, wie die palaeencephalen Handlungen durch direkte Reize mehr oder weniger deutlich bestimmt werden, wie aber die unter Einfluß des Neencephalon stehenden auf ein assoziativ bewirktes Erkennen zurückgehen. Natürlich bestehen bei allen Tieren, auch beim Menschen, die palaeencephalen Handlungen neben den neencephalen weiter. In Tierbeobachtungen, die unter Leitung anatomischer Erkenntnis vorgenommen werden, liegt ein außerordentlich reizvoller Ausgangspunkt für eine vergleichende Tierpsychologie.

Zahllos sind die Beobachtungen, welche an ganz oder teilweise ent-rindeten Tieren gemacht worden sind. Im wesentlichen bleibt erhalten, was die Fische schon haben, aber es zeigt sich ein neues. Die Leistungen des Palaeencephalons sind bei Tieren, die einmal einen Teil ihrer Verrichtungen unter Inanspruchnahme einer Rinde ausführen gelernt, doch gestört, mindestens vorübergehend gestört, wenn man die Rinde wegnimmt. Der niedere Apparat verliert etwas von seiner Selbständigkeit. Schraders Falken, die mit noch ganz unentwickeltem Großhirn schon Mäuse gekrallt hatten, verloren diese Fähigkeit für lange Zeit, als man ihnen die Hemisphären genommen hatte. Der Hund, dem Goltz beide Hemisphären abgetragen hatte, war sehr viel unbehilflicher als ein neugeborener Hund mit unentwickelter Rindenfaserung. Zweierlei könnte hieran schuld sein. Es kann von der Narbe eine Hemmung ausgehen, welche den niederen Apparat stört, es kann aber auch, darauf weist das Verhalten des Menschen und der Affen hin, eine wechselnde Wertigkeit in der Inanspruchnahme der Rinde bestehen. Niedere Tiere kann man durch Rindenverletzungen in der Bewegungsfähigkeit nicht dauernd beeinträchtigen oder doch nur sehr gering schädigen, der Mensch aber verliert, wenn die gleichen Rindenpartien untergehen, wirklich und dauernd die Fähigkeit, die mit jenen verbundenen Gliedmaßen richtig zu gebrauchen, er ist praktisch lahm, vielleicht weil er vorwiegend neencephal arbeiten gelernt hat. Für alle niederen Vertebraten und noch für manche Säuger scheint zum Sehen der optische Endapparat auszureichen, beim Menschen aber führt schon Verlust der aus diesem zur Rinde gehenden Faserung zu Blindheit. Blutungen in den Occipitallappen machen ihn dauernd blind; die Abtragung dieser Hirnteile beim Hunde hat nur eine schwere Beeinträchtigung des Sehens zur Folge.

Aus all diesem dürfen wir zunächst schließen, daß bereits in dem Palaeencephalon alle Handlungen, vielleicht auch schon gewisse Vorstellungen niederer Ordnungen entstehen, die den elementaren Verrichtungen des Körpers dienen und es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Complexe der Rinde schon als Ganzes übermittelt werden.

Die Rinde ist ein mächtiger in sich geschlossener Apparat, welcher, über die Zentren des Palaeencephalons gelagert, jene beeinflussen kann.

Seit Fritschs und Hitzigs Versuchen wissen wir auch, daß einzelne Gebiete der Rinde gerade zu gewissen Bewegungen oder Empfindungen in spezieller Beziehung stehen, wir haben aber durch spätere Beobachter erfahren, daß diese Beziehungen nicht ganz ausschließliche sind, daß durch stärkere Reize auch von anderen Rindengebieten her jene peripheren Teile erregt werden können.

Im wesentlichen wissen wir, daß von der Rinde ausgehende Reizungen einzelne Abschnitte des tieferen Apparates zur Tätigkeit veranlassen, daß etwa von einzelnen Rindenzentren aus bestimmte Bewegungen durch Reizung erhalten werden können. Auch wissen wir, daß solche Reize innerhalb der Hemisphäre weitergeleitet, andere Rindengebiete und von diesen aus andere tiefere Zentren erregen können. Dann ist es bekannt, daß Rezeptionen des Sinnesapparates die Rinde erreichen und daß Störungen der Rinde dieser

sensorischen Gebiete mehr oder weniger schwere Ausfallerscheinungen in der Wahrnehmungsfähigkeit des betreffenden Sinnesgebietes erzeugen. Meist handelt es sich darum, daß dann die empfundenen Gegenstände nicht als solche erkannt werden. Schließlich wissen wir, daß von der Rinde Hemmungen ausgehen, daß ihre einzelnen Teile nicht nur erregend zu Tätigkeit, sondern auch hemmend auf Erregungen wirken können, die entweder von der Rinde selbst ausgehen oder auch nur von tieferen Zentren her entstehen. So kann man z. B. durch Reizung der Rinde Körperteile zur Bewegung bringen und ebendadurch innerhalb der erregten Teile einzelne Muskeln, die Antagonisten der betreffenden Tätigkeit, erschlaffen lassen. Offenbar übt die Rinde als Ganzes auf die kombinierten Bewegungen, welche prinzipiell von dem niederen Apparat geleistet werden, vielfach Hemmungen aus. Die älteste hier bekannte Tatsache ist, daß viele Rückenmarkreflexe leichter zustande kommen, wenn das Großhirn vorher weggenommen wird. Auch auf höherem seelischen Gebiete läßt sich derlei leicht beobachten. Ohne Bedenken springt ein Mensch über einen meterhoch gespannten, leichten Faden; wird der aber durch eine feste Barriere ersetzt, so treten — im seelischen Apparat verlaufende — Hemmungen ein, der Sprung gelingt nicht. Das Dichterwort, „von des Gedankens Blässe angekränkelt“, trifft hier genau das Richtige. Der Hund, der leicht über den Stock springt, springt nicht über die Peitsche.

Wollen wir also den Gesamteffekt einer vermuteten Hirnläsion studieren, so haben wir nicht nur mit Reiz- oder Ausfallerscheinungen, sondern auch mit Hemmungserscheinungen zu rechnen.

Störungen, welche den normalen Aufbau und das normale Funktionieren der Hirnrinde treffen, erzeugen beim Menschen je nach der Stelle, wo sie sitzen, verschiedene Symptome. Es sind bislang schon mehrere hundert gut beobachtete Fälle von Rindenerkrankung bekannt, und man kann durch Vergleichung der einzelnen untereinander zu folgenden Schlüssen kommen:

Von jedem Punkte der Hirnrinde aus können motorische Reizerscheinungen (von Zuckungen einzelner Muskeln bis zur Epilepsie) zustande kommen. Es existiert aber eine Zone des Gehirnes, die beiden Zentralwindungen, bei deren Erkrankung fast immer Störungen der Motilität in der gekreuzten Körperhälfte auftreten. Diese Störungen zerfallen in Reizerscheinungen und Ausfallerscheinungen. Die Reizerscheinungen äußern sich durch Krämpfe, die Ausfallerscheinungen durch mehr oder weniger hochgradiges Unvermögen, die Muskeln durch den Willen in Bewegung zu setzen, oft nur durch ein Schwächegefühl oder durch Ungeschicktheit zu komplizierteren Bewegungen.

Durch genaue Analysierung der bekannten Krankheitsfälle läßt sich feststellen, daß bei Erkrankung des oberen Teiles beider Zentralwindungen und des Parazentrallappens vorwiegend in dem gekreuzten Beine Bewegungsstörungen auftreten und daß solche in der Oberextremität namentlich durch Erkrankung etwa des mittleren und eines Teiles des oberen Drittels der betreffenden Windungen erzeugt werden können. Lateral von der Armregion liegen Rindengebiete, die auf die primären Apparate für die Antlitz-, die Zungen- und die Kehlkopfbewegungen einwirken können. Auch für die Rumpf- und Nackenmuskulatur, für die zu Augenbewegungen und für die zum Sprechen nötigen Kerne sind Rindenfelder vorhanden. Von einem Punkte, der wahrscheinlich im oberen Teile der hinteren Zentralwindung liegt, ist die Blasenfunktion zu beeinflussen.

Fallen diese Zentren aus, sei es daß sie zerstört werden oder daß die von ihnen kaudalwärts führenden Bahnen unterbrochen werden, so tritt niemals so komplette Lähmung ein wie sie etwa durch den Untergang der palaeencephalen Apparate — des Rückenmarks z. B. — erzeugt wird. Man beobachtet gewöhnlich nur Unvermögen zu mannigfachen erlernten Verrichtungen. Manch-

mal können die Kranken solche wieder neu lernen, ein andermal spielt auch die Hemmung soweit mit, daß die Gesamtfunktion ausfällt.

Es sind oft genug auch Gefühlsstörungen nach Rindenherden beobachtet worden, aber diese sind immer eigener Art. Beim Menschen, der ja über seine Empfindungen Auskunft geben kann, hört man nach Rindenherden gelegentlich über Gefühle von Taubheit, Schwere usw. klagen, auch über allerlei abnorme andere Empfindungen aber es zeigt ganz gewöhnlich die Untersuchung, daß bei erhaltenem Perzeptionsvermögen im wesentlichen nur die Beurteilung des Gefühlten gestört ist. Das macht sich weniger im Gebiete der relativ einfachen Tasteindrücke geltend, als da, wo es auf die Beurteilung von feineren Rezeptionen ankommt, etwa bei denjenigen, die von den Muskeln, den Gelenken usw. ausgehen. Oft vermögen solche Patienten bei verbundenen Augen nicht mehr zu beurteilen, welche Lage man ihren Gliedern passiv gegeben hat. Wenn sehr ausgedehnte Bezirke der Rinde untergehen oder wenn Herde die gesamte Rindenleitung nach den tieferen Zentren unterbrechen, dann kann es zu so schweren Beeinträchtigungen des Beurteilungsvermögens

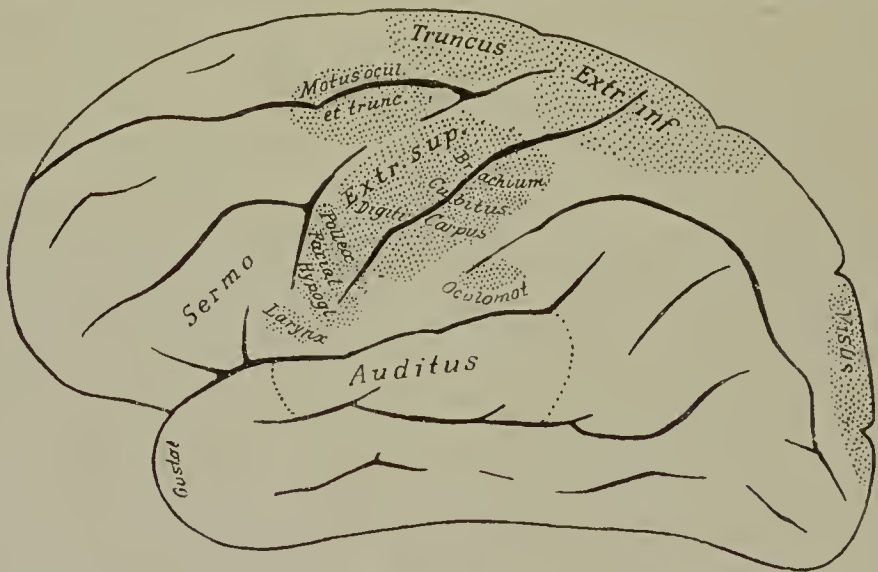


Fig. 144.

Die bis heute bekannten Projektionsfelder der Rinde. In dem Raum von „Oculomotorius“ bis „Facialis“ liegt das Orbiculariszentrum. Das Blasenzentrum ist im kaudalen Abschnitt von „Extr. inf.“ zu suchen.

kommen, daß die Patienten praktisch insensibel auf der zu den Herden gekreuzten Seite sind. Aber derlei Menschen zeigen dann noch eine ganze Summe anderer seelischer Störungen und sind deshalb schwer auf ihre Empfindungen zu prüfen.

Man darf nie vergessen, daß zum Erkennen eines Gegenstandes oder zur Beobachtung einer Empfindung vielerlei Assoziationen erforderlich sind. Es wird deshalb nie die Störung der Rinde allein, vielmehr die Unterbrechung der zu ihr tretenden Assoziationsbahnen bei Beurteilung kortikaler Störungen in Betracht kommen.

Besser als auf dem Gebiete der erwähnten Sinneskategorien sind die Störungen bekannt, welche bei Ausfall der Rindenzentren für das Sehen und derjenigen für das Hören eintreten. Das ist natürlich, denn wir benutzen unsere Seh- oder Hörrezeptionen zu sehr viel komplizierteren Prozessen als unsere Tast- usw. Rezeptionen.

Wir wissen, daß in der Rinde der dritten Frontalwindung links und in ihrer Nähe, ein Apparat liegt, der uns befähigt, uns an die Bewegungen zu erinnern, welche man braucht um zu sprechen. Ein Patient, dem nur diese Rinde zerstört ist, verliert die Wortbilder der Sprache, er kann nicht mehr sprechen, aber Laute kann er von sich geben. Es kann auch vorkommen, daß er bei etwas größerer Zerstörung nicht mehr weiß, wie man den Mund aufmacht, wie man die Zunge herausstreckt, obgleich er dies spontan, etwa beim Essen, ausführen kann. Wir wissen auch, auf welchem Wege die Fähigkeit zur Wortbildung erlangt wurde, aus welchen Gegenden des Gehirnes jener Sprachrinde die ersten Eindrücke zugeflossen sind. Das Kind lernt vorwiegend durch Zuhören sprechen, weniger durch Ablesen von den Lippen. Nun gibt es in der ersten Schläfenwindung links eine größere Stelle, die reichlich mit den primären Zentren des Gehörapparates verbunden ist. Wird sie zerstört, so verlieren wir nicht das Gehör, wohl aber vermögen wir nicht mehr die Lautbilder der Worte zu erkennen. Reiche Verbindungszüge führen — unter der Insel weg und in mannigfachen Beziehungen zu ihrer Rinde — zwischen den Zentren für das Wortbewegungsbild und das Wortklangbild. Das erstere ist durch das letztere gewonnen und keines von beiden kann zerstört werden, ohne daß das Ganze leidet. Die beiden Zentren zusammen schaffen uns den Wortbegriff. Aber sie allein würden uns nicht das garantieren, was wir vernünftige Sprache nennen. Herde irgendwo in der Rinde können das Seelenvermögen so schwächen, daß bei intakten Sprachgegenden doch keine vernünftige Rede herauskommt. Diffuse Krankheitsprozesse führen oft zu solchen Störungen. Auch hemmen können solche Prozesse die Sprache. Wir kennen Seelenstörungen, wo nichts, auch der stärkste Zwang nicht, die Menschen zum Sprechen bringen kann. Die Hemmung, welche durch andersartige Vorstellungen ausgelöst wird, wirkt zu stark auf den Sprachteil der Rinde. In der Rinde um den Sulcus calcarinus liegt ein Areal, dessen Zerstörung alle auf optischem Wege erlernten Begriffe vernichtet. Totale beiderseitige Zerstörung macht den Menschen blind, aber partielle läßt dieses Sehzentrum in seiner Tätigkeit studieren. Menschen mit Verlust desselben erkennen nicht mehr, sie können den ganzen seelischen Prozeß, welcher als Endleistung das Erkennen ermöglicht, nicht mehr ausführen. Sie können natürlich auch nicht mehr die erlernte Buchstabenschrift lesen. Da sie nicht optisch erkennen, finden sie natürlich auch die Worte für einen vorgezeigten Gegenstand nicht, sie sind in bezug auf diesen aphasisch, aber sie finden dann manchmal das Wort, wenn die Betastung ihnen genügende Schlüsse auf die Natur des Gegenstandes gestattet. Umgekehrt erkennt ein Mensch mit Zerstörung der Mitte der vorderen Zentralwindung gewöhnlich nicht mehr durch Betasten, er wird, wenn man ihm nicht Hinsehen gestattet, nicht die Benennung für einen nur gefühlten Gegenstand finden. So hängt unsere Sprache nicht nur von der Rinde ab, wo das Wortbild lokalisiert ist, sondern in ganz bestimmter Weise von zahlreichen anderen Rindenstellen.

In welcher Weise der Eigenapparat der Rinde arbeitet, darüber wissen wir noch sehr wenig. Die zahllosen Versuche am Tiergehirne haben uns einiges Grundsätzliche gelehrt, sie konnten aber, weil gerade auf psychischem Gebiete das Tier nur schwer Auskunft gibt, nicht wesentlich im Erkennen der Rindenfunktion voranhelfen. Die Tierversuche haben uns als allerwesentlichsten Gewinn die Tatsache der Lokalisation in der Rinde gebracht. Sie haben uns auch gelehrt was die Rinde nicht leistet, was an anderen Stellen des Nervensystemes geleistet wird. Einblick in die wirkliche Rindenfunktion gibt viel eher die sorgfältige Beobachtung erkrankter Menschen. Ein Beispiel wird das erläutern. Zahllose Versuche sollten uns orientieren wie ein Hund sich ver-

hält, dem man das Zentrum etwa für die Vorderpfote weggenommen hat. Mehr, als daß dann eine gewisse, oft sogar passagere Unsicherheit eintritt, haben sie nicht gelehrt. Einer meiner Patienten mit Erkrankung des betreffenden Zentrums wies zunächst im Arme keine sichere Störung auf. Es schien als wäre der Arm etwas schwächer als der andere, aber wenn man nur genug ermahnte und zuredete, wurde er gleich kräftig wie der andere Arm. Es schien ferner als wären alle Empfindungen dort normal. Aber wenn man versuchte, mit geschlossenen Augen einen Gegenstand erkennen zu lassen, den die Hand faßte, dann bedurfte es auf der geschädigten Seite lange Zeit, bis der nötige Schluß aus den wohl bemerkten Tasteindrücken gezogen wurde, auf der gesunden geschah das momentan. Es handelte sich also hier um einen rein seelischen Defekt, den in einem bestimmten Gebiete Wollen sowohl als Erkennen erlitten hatten.

Wenn ich mir einen bestimmten Gegenstand, der mir entfallen ist, vorstellen, vielleicht auch seinen Namen finden will, dann ziehe ich alles heran, was mich an ihn erinnern könnte, seine Form, seine Farbe, die Tast- und vielleicht die akustischen Eindrücke, die er mir einst gegeben hat; ich arbeite gleichzeitig mit vielen Teilen meiner Hirnrinde, ich kombiniere und überlege, um als Endresultat die volle Erinnerung, die klare Vorstellung, vielleicht das benennende Wort zu besitzen. Um diese Arbeit zu leisten, muß die Hirnrinde die allermannigfachsten Bahnen besitzen, welche ihre einzelnen Teile untereinander verbinden, und daß sie solche besitzt, haben Sie ja erfahren. Störungen in diesen Verbindungen, Störungen der Assoziationsbahnen müssen sich durch sehr bestimmte Ausfallerscheinungen verraten. Dieses Schlußziehen braucht keineswegs dem Träger bewußt zu sein. Wenn ich ein Streichholz anstreiche, kann es nur geschehen, wenn ich vorher weiß, daß es die Eigenschaft hat, sich an bestimmter Fläche zu entzünden usw., aber daran denke ich natürlich nicht mehr bei dieser Handlung. Es sind beim Anstreichen des Streichholzes Sinnesempfindungen, Erinnerungen, erlernte Handlung kombiniert. Das alles kann durch Störungen innerhalb der Rinde verloren gehen, und geht namentlich dann verloren, wenn interkortikale Verbindungen leiden. Dann kann ich, ohne irgend gelähmt oder im Fühlen gestört zu sein, kein Streichholz mehr anzünden. Solche Zustände von Apraxie können den Träger, wenn sie hochgradig sind, als geistig viel schwerer beeinträchtigt erscheinen lassen, als er wirklich ist. Wenn z. B. die Verbindungen der Sprachhörgegend mit den Handzentren unterbrochen sind, wird Schreiben auf Diktat unmöglich werden, wohl aber läßt sich nachweisen, daß solche Kranke, weil eben die Verbindung zwischen Akustikus und Rinde da ist, verstehen was sie hören. Ein solcher Kranker wird noch ganz gut abschreiben können. Das aber wird ihm unmöglich sein, wenn etwa die Verbindung des motorischen Armzentrums mit der Sehsphäre gelitten hat. Diese Störungen im zentralen Rindenapparat und im Assoziationsapparate bieten das allergrößte Interesse. Wenn ein Kranker mit Zerstörung der dritten Stirnwindung nicht mehr weiß, wie man spricht, so ist das nur ein Einzelfall aus einem größeren Symptomenkomplex, der Apraxie. Der in den Zentren „Gelähmte“ vermag nicht mehr, die nötigen Schlüsse aus den Einwirkungen der Außenwelt zu ziehen. Es kommt deshalb bei einigermaßen ausgedehnten Zerstörungen der Rinde oder auch nur der Faserung, welche weit entfernte Rindengebiete untereinander verbindet, zu den aller schwersten Beeinträchtigungen des Seelenvermögens. Die Patienten werden in bezug auf die Ausführung zahlreicher Bewegungen so stumpf, daß man sie für lahm halten muß, sie wissen nicht mehr, wie man die Hand gebraucht, wie man ergreift usw. Dadurch und durch die häufig dabei vorkommende schwere Beeinträchtigung der Sprache, machen sie gelegentlich einen ganz



blödsinnigen Eindruck. Sie können die einfachsten Verrichtungen auf Anforderung nicht mehr ausführen, obgleich sie, wie andersartige Untersuchung zeigt, gar nicht ganz lahm sind.

Von den bisher erwähnten und Fig. 144 abgebildeten „Sinneszentren“ mit mächtiger Strahlung in das Palaeencephalon sind die auf der Figur weiß gebliebenen Teile zum größten Teil abzutrennen. Ihre Stabkranzfaserung ist schwächer, ihre inneren Assoziationsbahnen sind mehr ausgebildet. Solche „Assoziationsfelder“ sind vorwiegend im Stirnlappen entwickelt. In der Tat führen dessen Erkrankungen besonders zur Verblödung.

Es ist fraglich, ob wir je mit einem Rindenteile allein arbeiten, ob nicht für jegliches erlernte oder überlegte Handeln eine Inanspruchnahme eines größeren Areals notwendig ist. Derlei wird sich allmählich durch sorgfältige psychologische Analyse einzelner Handlungen ermitteln lassen. Die Erfahrungen an Idioten, deren Gehirn bis auf einzelne Teile atrophisch ist, sprechen dafür, daß einzelne Zentren ganz überwiegend arbeiten können. Es gibt z. B. sehr Schwachsinnige mit hoch entwickeltem Tonperzeptions- und Unterscheidungsvermögen. Hier kommt der Schläfenlappen in Betracht. Ein solcher Tonmensch ist aber noch lange kein Künstler oder Schaffender auf musikalischem Gebiete.

Gleichzeitig wird wahrscheinlich nur innerhalb eines einzigen kortikalen Systems gearbeitet; für von diesem nichts Geleistetes sind wir während dieser Zeit „zerstreut“. Der „zerstreute Professor“ der Witzblätter ist nur ein intensiv nach einer Richtung Denkender, den eben die Kleinigkeiten des äußeren Lebens nicht genügend in Anspruch nehmen.

Innerhalb der Rinde und ihrer Assoziationsbahnen finden die Zusammenordnungen unserer Handlungen statt, die uns die Fähigkeit geben an Einzelempfindungen ganze Handlungen oder Erinnerungen anzuschließen. Sie fassen diesen Eigenapparat am besten auf als eine Einrichtung, welche den Träger befähigt, mit Verständnis Sinnesindrücke, die von außen ankommen, zu beobachten, das Beobachtete irgendwie zurückzuhalten und gleich oder später zu reproduzieren, auch durch die mannigfachsten Assoziationen zu verwerten. Einzelne seiner Teile sind mehr mit den Endapparaten sensibler, andere mehr mit denjenigen motorischer Apparate verknüpft, aber wir haben nicht das Recht, die Hirnrinde deshalb da sensibel und dort motorisch zu nennen, müssen uns vielmehr vor Augen halten, daß es sich so gut wie immer um das Arbeiten eines größeren Teiles des in sich geschlossenen Apparates handelt.

## Fünfzehnte Vorlesung.

### Die Verbindungen des Vorderhirnes mit anderen Gebieten. Stabkranz und Capsula interna.

Aus der Rinde kommt, und zu der Rinde tritt die mächtige Faserung, welche das Neencephalon mit den Einzelgebieten des Palaeencephalon verbindet. Sie heißt in ihrer Gesamtmasse Stabkranz, Corona radiata. Sie und die Fasern des Balkens, welche beide Hemisphären unter sich verbinden, machen die Markmasse des Gehirns aus.

Sie haben schon anlässlich der Beschreibung des Palaeenphalon die wichtigsten Züge der Stabkranzfaserung kennen gelernt, so daß ich Sie hier nur kurz daran zu erinnern brauche, wie aus dem Stirnlappen und Schläfenhinterhauptslappen die Tractus fronto-pontini und temporo-pontini zur Brücke ziehen, wie aus der vorderen Zentralwindung die Pyramidenbahn sich zwischen diesen beiden zum Rückenmark hinab begibt, wie aus den primären Endstätten der Sehnerven die Tractus thalamo-corticales besonders zur Rinde des Cuneus, gelangen

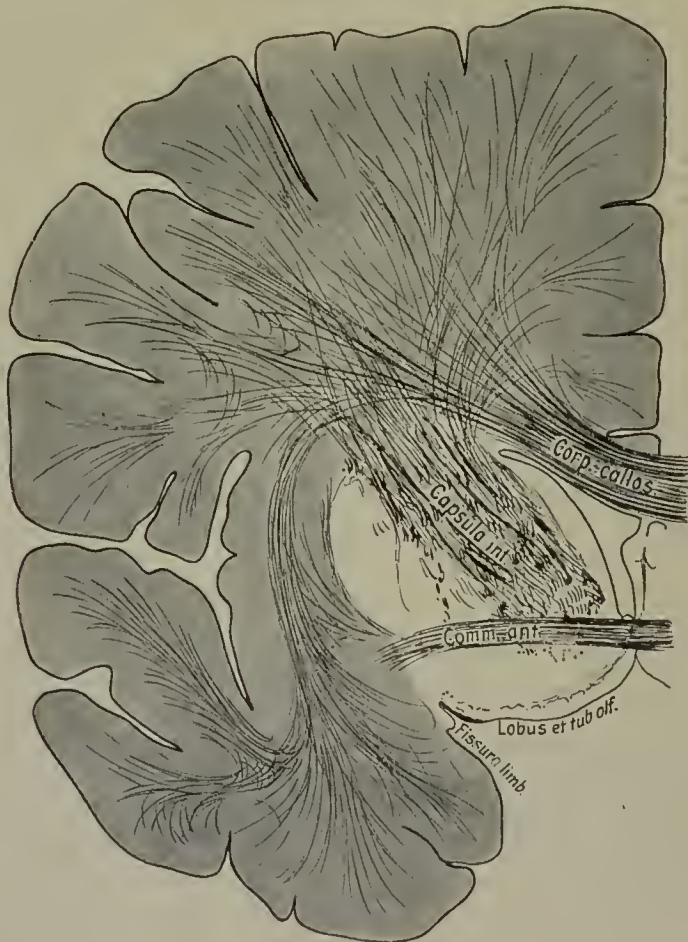


Fig. 145.

Das Großhirnweiß und seine Zusammensetzung.

und wie aus dem Genuculatum mediale die tertiäre Hörstrahlung zum hinteren Teile der äußeren Schläfenwindung zieht. Vergleichen Sie auch Fig. 146. Zu den Kernen der beim Sprechen notwendigen Nerven in der Oblongata gelangt die Sprachbahn, Tractus cortico-bulbaris. Ihr Ursprung in der Rinde der unteren Frontalwindung, ihr Verlauf durch das Marklager außen am Schwanz des Nucleus caudatus dahin und ihre Endigung in den betreffenden Kernen ist aus genau sezierten, klinisch beobachteten Fällen erschlossen. Zwischen all diesen

Fasern liegen dann noch, von fast allen Stellen der Rinde herkommend, die Stabkranzfasern zu dem Thalamus und aus demselben, deren Strahlung Sie sich etwa so vorstellen können, wie Fig. 145 sie abbildet. Noch nicht erwähnt ist die aus der Gegend der hinteren Zentralwindung kommende Faserung zu den Endstätten der sensiblen Bahnen im ventralen Thalamus; diese sog. Haubenstrahlung durchzieht mit einigen Anteilen die Zwischenglieder des Nucleus lentiformis, ehe sie sich zum Thalamus wendet. Zum Ammonshorn geht das Bündel aus Lobus olfactorius und Lobus parolfactorius, die zentrale Riechbahn und aus ihm führt der Fornix zum Corpus mamillare.

Auf ihrem Wege nach abwärts treten die Stabkranzfasern in wichtige Beziehungen zu dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus. Sie konvergieren naturgemäß und gelangen so in den Raum lateral vom Thalamus. Die Fasern aus den vorderen Hirnteilen müssen, um dahin zu kommen, das Corpus striatum durchbrechen. An dem nachstehenden, horizontal durch das Großhirn gelegten Schnitte wird Ihnen das klar werden.

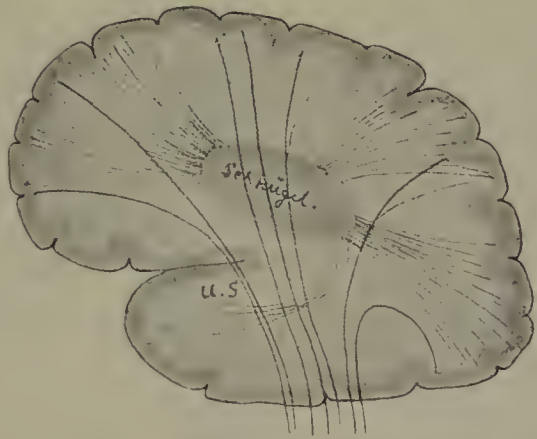


Fig. 146.

Schema der Stabkranzfaserung; der Stabkranz zum Thalamus besonders berücksichtigt. U. S. unterer Stiel.

Er ist etwa einen Finger breit unter dem in Fig. 32 gezeichneten angelegt. Sie müssen sich vorstellen, daß die beiden Halbkugeln der Hemisphären zum Teile abgetragen sind und daß deren Stabkranzfaserung in den knieförmig gebogenen weißen Streif der inneren

Kapsel von oben her zog. Die Anteile der Kapsel aus dem Stirn- und Hinterhauptlappen fallen zum Teil in die Schnittebene. — Nur wenige Worte zur Erläuterung dieses Schnittbildes.

Stirnklappen, Hinterhaupt- und Schläfenklappen erkennen Sie sofort. Der letztere legt sich vor den Stammlappen und verbirgt so zum Teil die Insula. Wie in Fig. 32, sehen Sie vorn den quer abgeschnittenen Balken, ihm anschließend das Septum pellucidum, an dessen hinterem Ende die Fornixsäulen aufsteigen.

Vorn, lateral vom Septum, liegt der diesmal angeschnittene Kopf des Nucleus caudatus. Sein Schwanz, der auf Fig. 32 längs dem Thalamus einherzog, ist nicht zu sehen. Er ist in der weggenommenen Hirnpartie enthalten. Nur ganz hinten lateral, nahe am Ammonshorn, sehen Sie noch ein Stück von ihm. Die Fasermasse, welche den Schwanzkernkopf von dem Corpus striatum trennt, heißt vorderer Schenkel der inneren Kapsel. Hinter dem Nucleus caudatus geht der Horizontalschnitt natürlich durch den Thalamus, das Zwischenhirn. Vor diesem entsteigen die Fornixsäulen der Tiefe. Nach außen vom Thalamus liegt zwischen ihm und dem Striatum der

hintere Schenkel der inneren Kapsel. Die Stelle, wo beide Schenkel zusammenstoßen, hat man Knie der Kapsel genannt.

Prägen Sie die eigentümliche, im Winkel abgebogene Form der Capsula interna Ihrem Gedächtnisse wohl ein. Die Lage der einzelnen Stabkranzteile zu den beiden Winkeln ist annähernd konstant und klinisch wichtig.

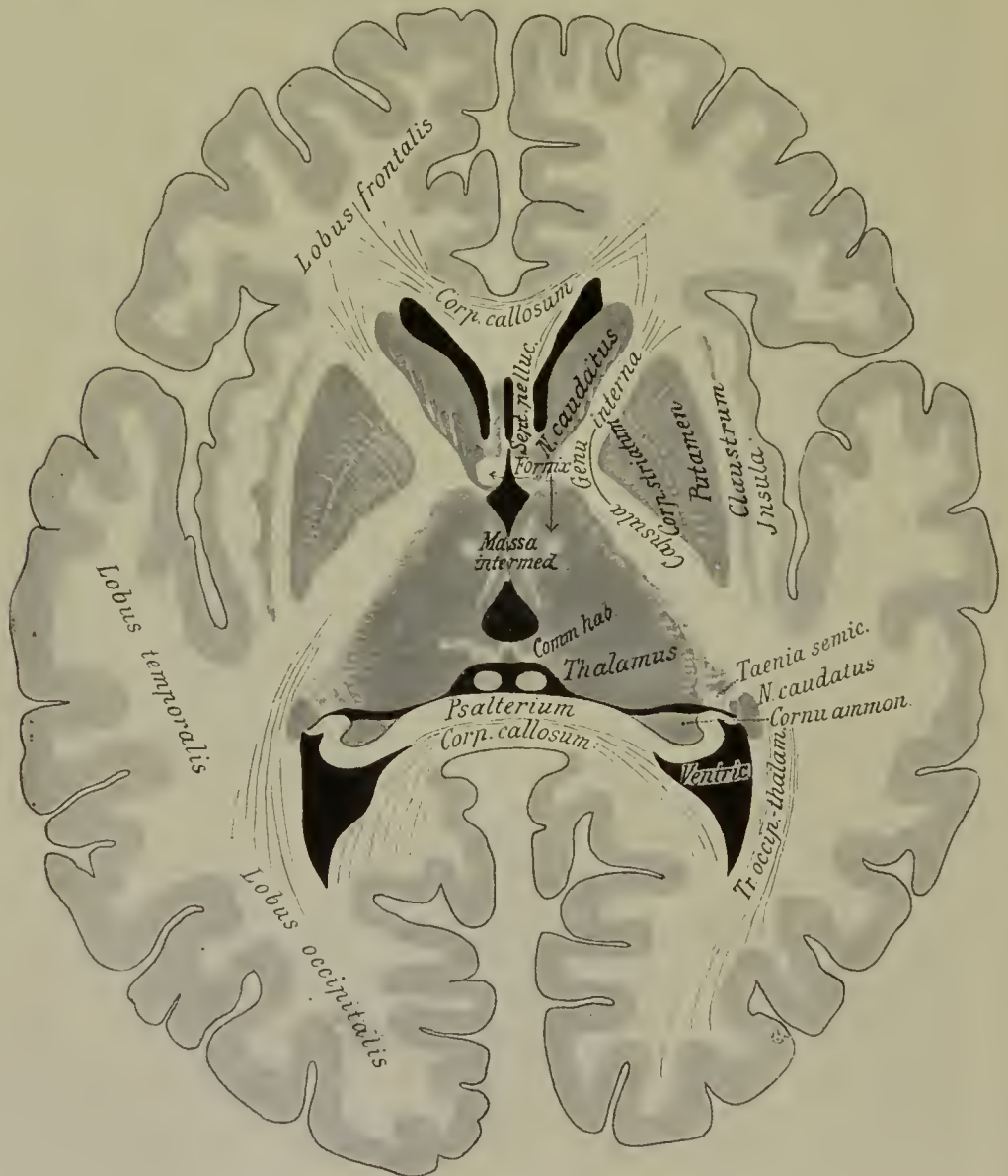


Fig. 147.

Horizontalschnitt durch das Gehirn, nach den Seiten etwas abfallend.

Der Stabkranz hat nur die Funktion, den Eigenapparat des Neencephalon mit den Eigenapparaten des Palaeencephalon zu verbinden. Seine Unterbrechung läßt die Arbeit jedes einzelnen der beiden Zentren (theoretisch) intakt.

Die Funktion des zu dem Thalamus gehenden Stabkranzanteiles ist bis auf diejenige des zu den primären Zentren des Sehapparates und des zu den Endstätten der sensiblen Bahnen verlaufenden Anteiles noch unbekannt. Besser

sind wir über den Stabkranz zum Rückenmarke und zu den motorischen Zentren der Oblongata orientiert. Wird der erstere beim Menschen unterbrochen, dann bleibt für die Übertragung des in der Rinde Geleisteten auf die Bewegungsapparate der Extremitäten zwar noch eine Bahn via Thalamus zum roten Kerne und von da zum Rückenmarke, aber diese reicht erfahrungsgemäß beim Menschen nicht aus, eine allerschwerste Beeinträchtigung der Funktion zu verhüten. Die Kranken verlieren die Fähigkeit, die an sich nicht gelähmten Glieder zu den erlernten Bewegungen zu gebrauchen. Sie können — wenn auch unbehilflich — noch gehen, ihren Arm etwas bewegen, aber sie können keinerlei feinere Bewegungen mehr ausführen. Ein Mensch bezeichnet sich in dieser Lage mit Recht als lahm. Besonders interessant sind die Erscheinungen, welche auftreten, wenn die Stabkranzfasern aus der Sprachrinde zu dem Sprechmechanismus in der Oblongata unterbrochen werden. Dann verlieren die Patienten nicht den Wortbegriff, die Rinde ist ja erhalten, aber sie können doch nicht mehr sprechen. Sie sind aphasisch bei erhaltenem Sprachvermögen. Dabei können z. B. die interjektionellen Äußerungen der Sprache erhalten bleiben. Ein Patient, mit Vernichtung der Bahn zwischen Facialiszentrum und Oblongata hatte nur eine minimale Schwäche des gekreuzten Antlitznerven, aber er konnte nicht mehr pfeifen, die Lippen spitzen, Lachen, Grimassieren, wenn man ihn dazu aufforderte. Wohl aber war das alles an sich möglich, wenn er ohne besondere Absicht, rein instinktiv etwa, lachte, grimmassierte. Hier bestand eine psychische Apraxie im Gebiete des Facialis, der aber — wahrscheinlich vom Thalamus her — noch gut innerviert wurde.

Zerstörungen des Markweißes geben nicht immer sichere Lokalzeichen. Namentlich bleiben Herde, die nicht im Marklager unter den Zentralwindungen liegen, oft symptomlos, d. h. Herde, welche die Rinden-Brückenbahnen treffen. Herde aber, welche die Pyramidenbahn treffen, erzeugen Lähmung der gekreuzten Körperhälfte. Erkrankungen im Marklager unter der unteren Stirnwindung führen oft zu Aphasie. Auch sind eine Anzahl Fälle bekannt, die es sehr wahrscheinlich machen, daß Unterbrechung der Haubenstrahlung zu halbseitigen Sensibilitätsverluste führen kann. Schmerzen, welche nach Apoplexien auftreten, können zuweilen durch Nachbarschaft von Erkrankungsherd und Haubenstrahlung erklärt werden.

Es scheint ziemlich sichergestellt, daß Erkrankungen, welche die Gegend hinter dem Knie der Kapsel treffen, resp. die Fasern dort leistungsunfähig machen, die Bewegungsfähigkeit der ganzen gekreuzten Körperhälfte aufheben, daß Herde, die in den beiden letzten Dritteln des hinteren Schenkels sitzen, die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstören oder doch sehr beeinträchtigen. In den meisten Fällen leidet auch der Gesichtssinn Not und

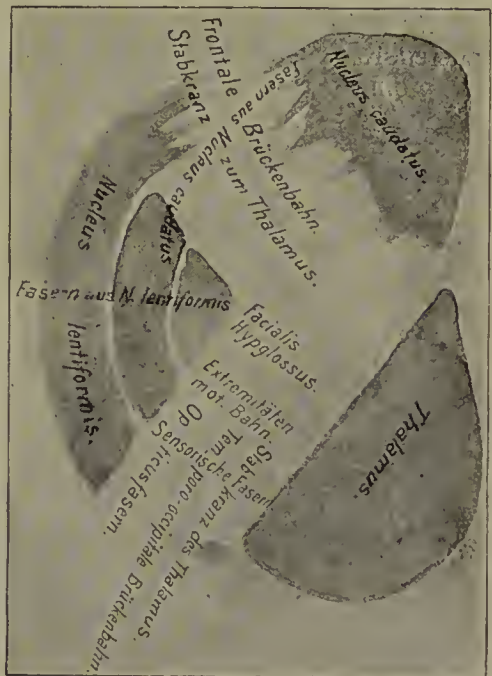


Fig. 148.

Schema der linken Capsula interna, in welches die Lage der meisten Faserzüge, welche in sie eingehen, eingeschrieben ist.

\* Edinger, Bau und Verrichtungen des Nervensystems.

wahrscheinlich zuweilen auch das Gehör. Die Störung des Gesichtssinnes tritt in Form der Hemipopie auf.

Wenn Sie bedenken, daß, wie ich wiederholt erwähnte, alle Fasern radiär von der Rinde nach der Kapsel zusammenstrahlen, so wird es Ihnen leicht begreiflich sein, daß in der Kapsel schon kleine Herde dieselben Symptome machen können, wie größere im Centrum semiovale oder noch ausgebreitetere in der Rinde. Hier liegen eben die Fasern enge beisammen, die dort über einen größeren Raum ausgebreitet sind (Fig. 149). Beispielsweise wird ein sehr ausgedehntes Rindengebiet (beide Zentralwindungen und die dicht an sie grenzenden Partien der Stirn- und Parietalwindungen) ausfallen müssen, wenn komplette gekreuzte Hemiplegie entstehen soll. Im Centrum semiovale dürfte schon ein kleiner Herd im Marklager unter den Zentralwindungen denselben Effekt haben. In der inneren Kapsel aber reicht die Zerstörung einer kleinen Stelle im hinteren Schenkel allein aus, um den Symptomenkomplex hervorzurufen. Bei Hemiplegien wird man deshalb immer zunächst an Herde, die der inneren Kapsel benachbart sind oder in ihr liegen, denken, wenn nicht andere Symptome ganz direkt auf andere Hirngebiete hinweisen. Hemiplegien nach

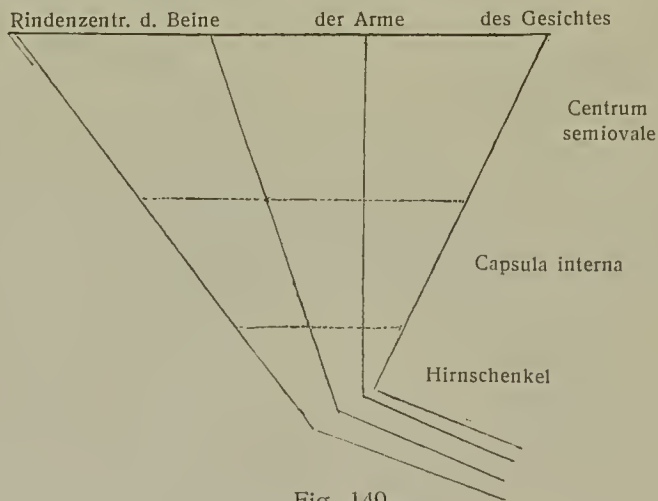


Fig. 149.

Rindenherden sind sehr selten, Hemiplegien, die vom Mittelhirne oder von noch tiefer liegenden Stellen ausgehen, noch viel seltener und meist mit Hirnnervensymptomen verknüpft, welche auf ihren Sitz hinweisen.

Andererseits lehrt uns die anatomische Betrachtung und die klinische Erfahrung, daß cerebrale Affektionen einzelner Körperteile, einer Hand z. B., nur sehr selten von Herden in der Kapsel erzeugt werden, eben weil da die Fasern bereits so dicht zusammengefloßen sind, daß ein Erkrankungsherd kaum einzelne isoliert treffen kann. Wohl aber entstehen nicht allzu selten von der Rinde aus Monoplegien und Monospasmen. Dort kann ein Herd schon relativ groß sein, ehe er ein benachbartes Zentrum trifft. Das vorstehende Schema wird Ihnen das Gesagte leicht einprägen. Es zeigt, warum Monoplegien häufiger von der Rinde, Hemiplegien häufiger von tiefer gelegenen Hirnteilen ausgehen, denn man sieht auf den ersten Blick, daß ein Herd von bestimmter Länge in der Rinde leicht nur ein Zentrum, weiter unten die Fasern aus vielen Zentren treffen kann.

Die Lehrbücher der Nervenkrankheiten geben Ihnen für alle diese Dinge Beispiele genug. Ich möchte Ihnen nur gezeigt haben, wie man, auf das anatomisch Bekannte gestützt, an sie herantreten kann, wie vieles von dem, was

wie ein unentwirrbarer seelischer Gesamtkomplex erscheint, sich klärt, wenn man versucht, auf anatomisch und physiologisch gewonnene Erfahrung gestützt, die Teilelemente zu ermitteln.

### Gesamtübersicht.

Nun habe ich Ihnen, m. H., in diesen letzten Vorlesungen so vielerlei Hirnteile einzeln schildern müssen, daß ich fürchte, es möchte mir nicht gelungen sein, Ihnen auch ein zutreffendes Bild von der Gesamtlage der einen zu den anderen zu verschaffen. Ein solches Bild aber müssen Sie sich durchaus verschaffen. Eine bessere Kenntnis der

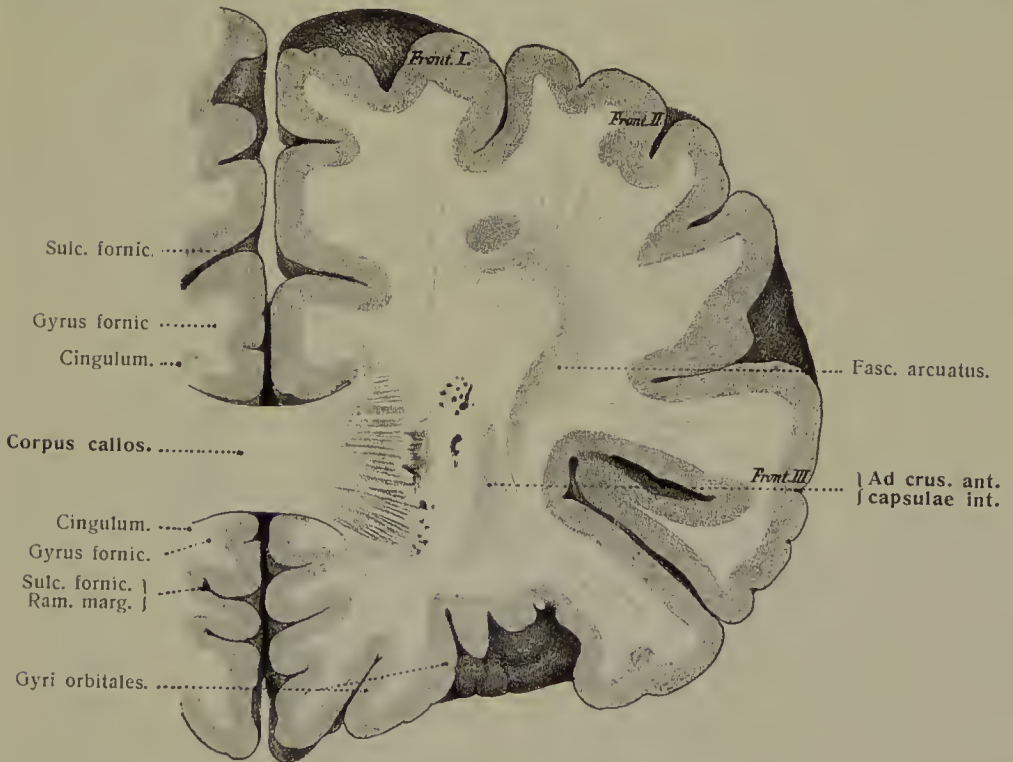


Fig. 150.

Faserung und Ganglien, als ich sie bisher zu geben vermochte, erhalten Sie nur dann, wenn Sie ein Gehirn topographisch studieren. So ist denn der Zeitpunkt gekommen, wo ich Ihnen einmal eine Reihe von Frontalschnitten durch eine reife Hemisphäre vorlegen muß. Sie mag Ihnen als Wegweiser bei eigener Untersuchung dienen.

Zum topographischen Studium rate ich Ihnen, ein ganzes, unzerschnittenes Gehirn in 10prozentige Formolmischung an der Basilaris einzuhängen und nach acht Tagen mit einem Rasiermesser in etwa  $\frac{1}{2}$  cm dicke Scheiben zu zerlegen. Jede Platte wird dann mit Pauspapier bedeckt, das festklebt. Dann ziehen Sie alles Sichtbare mit der Feder nach, nehmen das Pauspapier weg, um es auf Karton zu kleben und beenden die Zeichnung nach dem unter Wasser gelegten Präparate. So sind die Schnitte angefertigt, deren Bilder ich hier vorlege. Hier und da wird sich Betrachtung mit der Lupe unter Wasser empfehlen.

Der erste Schnitt (nicht abgebildet), den ich anlege, geht wenige Zentimeter hinter dem Stirnpole des Gehirnes dahin. Er enthält, umgeben von den hier noch kleinen Windungen, eine gleichmäßig weiße Masse, welche im wesentlichen zusammengesetzt ist: dicht unter der Rinde aus kurzen Assoziationsbündeln, darunter dann aus den Stabkranzfasern zu dem Thalamus und zur Brücke, welche schon hier nach abwärts zu ziehen beginnen, und schließlich aus den frontalen Enden längerer Assoziationssysteme. Da wir all diesen Elementen in den folgenden Schnitten wieder begegnen, und da jedesmal die Namen in die Figuren eingeschrieben sind, wird es genügen ein für allemal auf das Studium dieser Namen hinzuweisen.

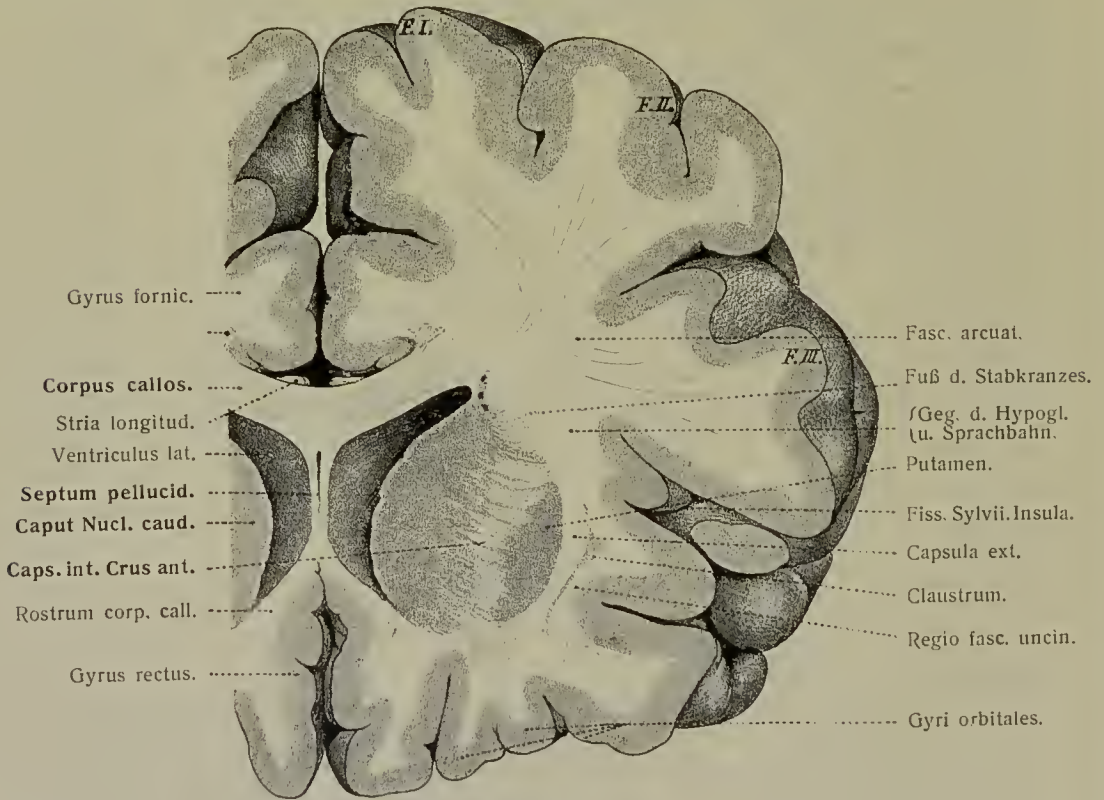


Fig. 151.

Der zweite Abschnitt, Fig. 150 durchquert gerade das Balkenknie, die frontalsten Verbindungsfasern beider Hemisphären. Ein großer Teil dieser Fasern ist seitlich abgeschnitten, es sind diejenigen, welche sich in leichtem Bogen stirnwärts gewendet hatten und so natürlich mit ihrer Hauptmasse in dem weggeschnittenen Stücke blieben. Direkt lateral von den Balkenfasern ist das zentrale Grau angeschnitten, welches den Seitenventrikel, resp. sein Vorderhorn überzieht, ja an einigen kleinen Punkten ist dieser selbst schon eröffnet. Dicht hinter dem Balkenknie ist der nächste Schnitt (Fig 151) angelegt. Er geht dorsal durch den Balkenkörper, ventral trifft er noch die unteren Balkenschenkel in ihrem



kaudalsten Stückchen, das Rostrum corp. call. Zwischen diesen beiden Teilen liegt das Septum pellucidum. Zwischen beiden Septumblättern ist der Ventriculus septi sichtbar. Hier ist nun das Vorderhorn des Ventrikels breit geöffnet und der Kopf des Schwanzkernes in seiner größten Ausdehnung getroffen. Lateral von ihm ziehen die Fasern der Capsula interna vom Stirnpole herab, denen sich gerade in diesem Gebiete die mächtige Faserung aus dem Schwanzkerne zum Thalamus, Radiatio strio-thalamica beimengt. Lateral von der hier noch von vielen grauen Zügen durchbrochenen Kapsel liegt der frontalste Teil des Putamen, dann folgt die Capsula externa und die Vormauer, Claustrum

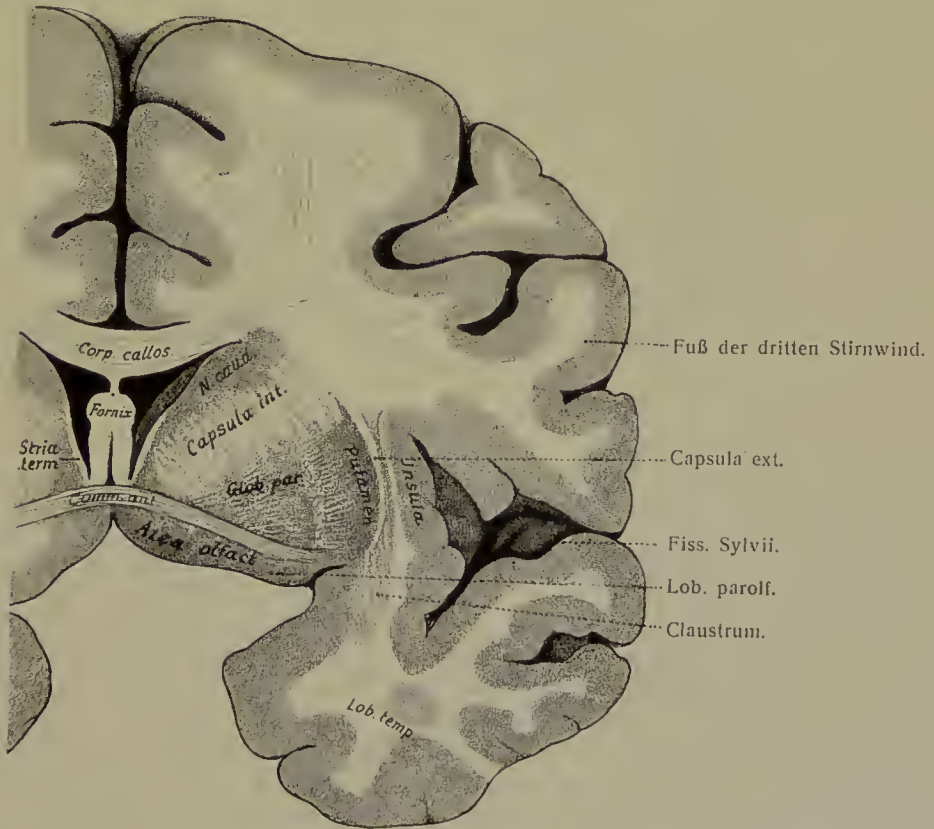


Fig. 152.

und dann das Mark und die Rinde der Insula. Nur wenige Fasern gelangen aus dieser Gegend in die Capsula interna, von klinisch wichtigen Zügen wesentlich nur die Stabkranzfasern aus dem Facialis- und dem Hypoglossuszentrum und die Sprachbahn.

Ein nur wenig weiter kaudal gelegter Schnitt geht durch den kaudalsten Abschnitt des Septum pellucidum und schneidet schon die da verlaufenden Fornixsäulen an. Ich lege einen solchen, Fig. 152 vor, weil er auch geeignet ist, den Verlauf der Commissura anterior, das Schmalwerden des Schwanzkernkopfes und die Ausbreitung des Linsenkernes auf dem Querschnitte zu zeigen.

Die graue dreieckige Masse zwischen Kommissur und Schwanzkern gehört bereits dem zentralen Grau an, das den Thalamus überzieht. Der weiße Faserzug, der sie bedeckt und frei in den Ventrikel ragt, ist die Taenia semicircularis (Stria terminalis).

Dicht kaudal liegen an gleicher Stelle in gleichem Verlaufe die Züge der Taenia thalami. Ventral beginnt der Riechlappen aufzutreten.

Ein Schnitt, Fig. 153, der direkt da angelegt ist, wo der Riechlappen sich der Hirnbasis einpflanzt, trifft weiter dorsal den hinteren Abschnitt des Septums, wo sich die Fornixsäulen befinden. Vom kaudal

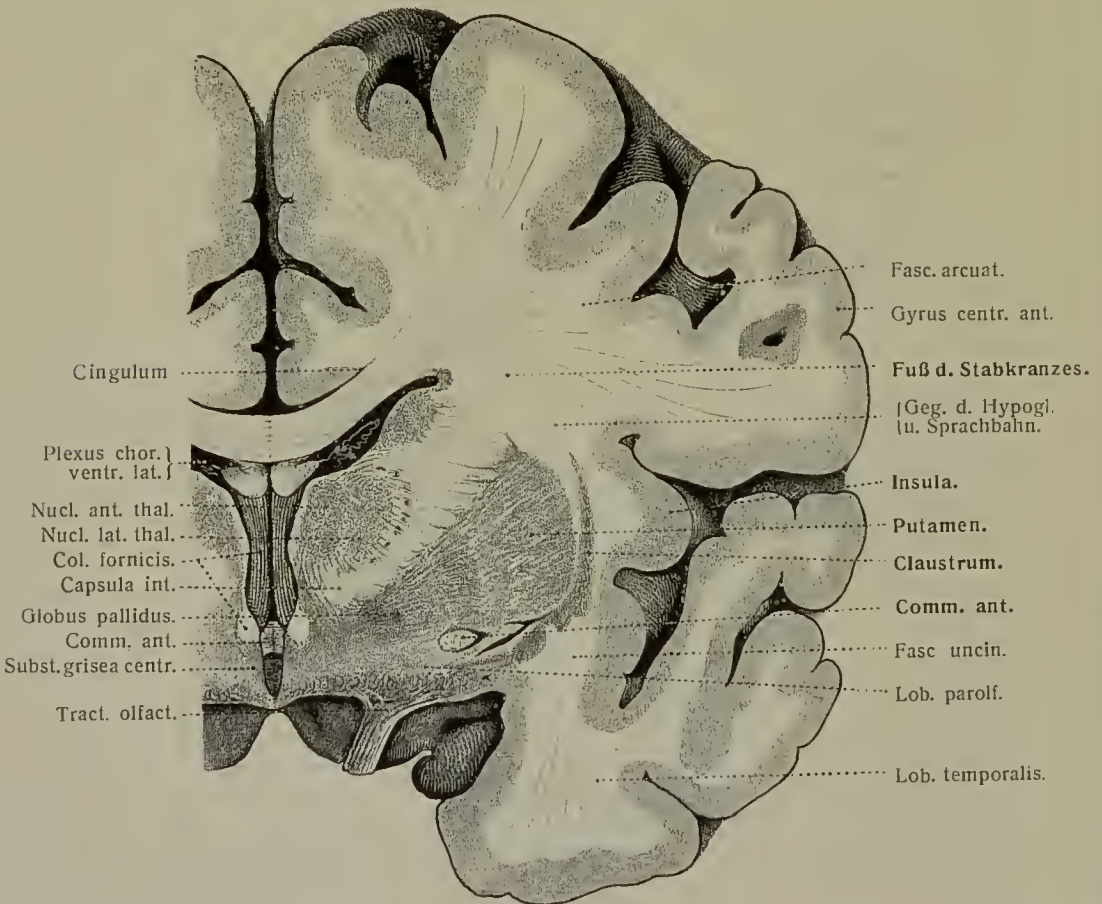


Fig. 153.

ventralen Abschnitte des Gehirnes kommen sie hierher gezogen. Man wird ihren Querschnitten in allen folgenden Abbildungen begegnen, bis sie sich hier vorn nach der Basis zu wenden und ganz ventral in das zentrale Höhlengrau eintreten. Ihre ovalen Frontalabschnitte liegen im Grau direkt vor dem Querzuge der Commissura anterior.

Lateral von den Fornixsäulen liegt der hier nur spaltförmige Seitenventrikel, in den der frontalste Abschnitt des Thalamus, der Nucleus anterior hineinragt. Er ist von weißen Fasern überzogen, die auch in sein Inneres dringen und ihn hier von dem Nucleus lateralis thalami

trennen. An seinem lateralen und an seinem ventralen Ende nimmt der Thalamus hier Fasern auf.

Der inneren Kapsel haben sich in dieser Schnitthöhe die Fasern aus der vorderen Zentralwindung zu gutem Teile schon beigemischt, sie enthält mindestens schon die Stabkranzfasern für das Gesicht, die motorische Sprache, den Hypoglossus und einen Teil der Pyramidenfaserung für Arm und Hand. Fasern aus dem Schwanzkerne, die ventrokaudalwärts ziehen, durchbrechen ihre aus dem Mantel stammenden Züge. Lateral von der Kapsel ist jetzt die größte Ausbreitung des Corpus striatum getroffen, das Putamen und die 2 Glieder des Globus pallidus. Zahlreiche Markstrahlen entspringen in dem ersteren, sie gelangen zum guten Teile in die Linsenkernschlinge. Ventral vom Corpus striatum erkennt man den Querschnitt der Commissura ant. Er liegt dicht über dem Lobus olfactorius, dessen Rinde und Mark hier wohl abscheidbar ist. Der Eintritt der Riechstrahlung ist zu erkennen.



Fig. 154.

Der Schnitt 5 (Fig. 154) ist direkt frontal von dem Chiasma angelegt. Dieses ist nicht durchtrennt, sondern ventralwärts umgelegt. Der enge spaltförmige Ventrikel verlängert sich ventral in das Infundibulum. Er ist in seinem unteren Drittel von der Commissura media überquert. Die von dem Stratum zonale und der Taenia bedeckten Thalami ragen in ihn hinein, und oben wird er abgeschlossen von den Fornixsäulen, deren zum Mamillare gehender Teil im Grau durchschnitten sichtbar wird.

Vom Stammganglion ist dorsal und ventral der Schwanz des Nucleus caudatus sichtbar. Er hat an seiner medialen Seite den Zug der Taenia semicircularis. Ferner der Linsenkern mit seinen drei Gliedern, aus denen man gerade in dieser Höhe sich die Fasern der Linsenkernschlinge entwickeln sieht. Sie gelangen an den basalen Teil der Capsula interna, den sie durchqueren, um von unten her in die Thalamus-

ganglien einzutreten. Fast auf diesem ganzen Wege liegen sie der Faserung auf, welche aus dem Schläfenlappen als unterer Thalamusstiel ebenfalls in den Thalamus zieht.

Die innere Kapsel enthält hier ziemlich die ganze motorische Faserung. Außerdem die Bahnen aus dem Stirnhirne zur Brücke. Viele Stabkranzfasern treten aus ihr in den Thalamus. Die motorische Sprachbahn liegt noch an gleicher Stelle wie in der vorigen Figur. Ventral vom Linsenkerne liegt die *Com. ant.*, und unter dieser erblickt man den Mandelkern, in dem die *Taenia semicircularis* endet.

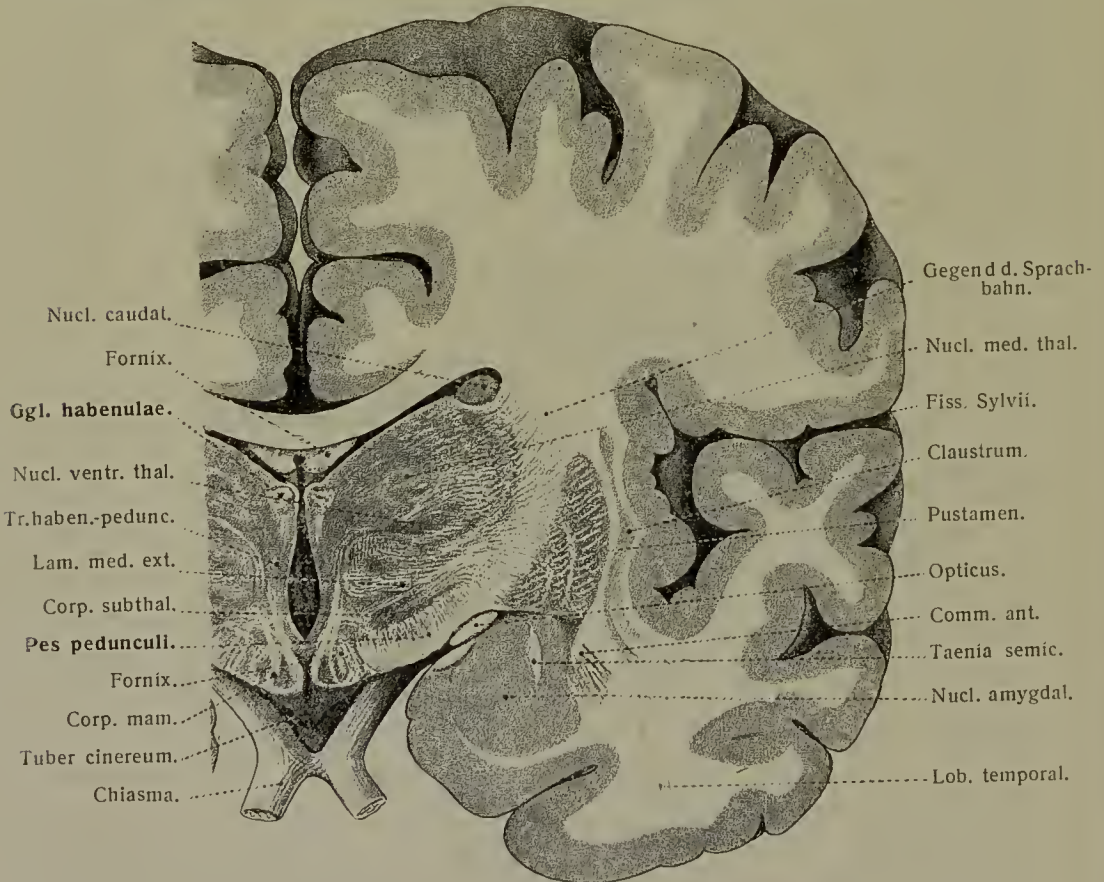


Fig. 155.

Der Schnitt Fig. 155 folgt ganz nahe demjenigen der Fig. 154.

Dicht hinter dem Chiasma angelegt, zeigt er einerseits die volle Breitenentwicklung des Thalamus, andererseits als wichtiges Moment das Vortreten der Kapselfaserung an die Hirnbasis als *Pes pedunculi*. Zwischen Fuß und Thalamus legt sich die *Regio subthalamica* an, und in dieser liegen neue Ganglien: Das *Corpus subthalamicum* (Luys) und ventral die Gangliengruppe des *Corpus mamillare*. Die letztere ist umfaßt von ihrer Markkapsel, in welcher der Fornix sich zunächst aufgelöst hat, und entsendet nach oben das Haubenbündel *Tractus thalamo-mamillaris* und den *Tractus thalamo-mamillaris* — *Vicq-d'Azyrsches* — Bündel, die zunächst vereint einherziehen.

Kaudal von der Gegend dieses Schnittes legen sich in der Regio subthalamica und der hier erwachsenden Haube die einzelnen Bestandteile so enge aneinander, daß sie ohne Färbung und Vergrößerung zu meist nicht abscheidbar sind. Es wird deshalb an den Abbildungen weiter vorn im Texte vieles klarer sein, als in Fig. 156, die ich jetzt demonstriere.

Die Thalamusganglien zerfallen hier in drei Massen. Lateral und den größten Teil des Querschnittfeldes einnehmend liegt, das Pulvinar, eine Endstätte optischer Fasern. Unter ihm liegen die Abschnitte des ventralen Kernes. In diesen Kernen vorwiegend erschöpft sich die sekundäre sensorische Bahn aus den Kernen der sensiblen Nerven. Sie gelangt hier herauf als Lamina medullaris externa, eine Fortsetzung der oberen Schleife. Vom medialen Kern ist der kaudalste Teil sicht-



Fig. 156.

Schnitt durch die Gegend der Regio subthalamica.

bar. Aus dem Großhirn strahlt von der Seite her die Haubenstrahlung ein.

In dieser Schnitthöhe sind die Kerne und Fasern des Hypothalamus voll entwickelt. Sein Zentrum nimmt der rote Kern der Haube ein, der hier von den Fasern des Tractus habenulo-peduncularis durchschnitten wird, die aus dem Ganglion habenulae zum Corpus interpedunculare zwischen den beiden Hirnschenkeln herabziehen. In den roten Kern strahlen lateral Züge aus den Stabkranz und ebensolche aus dem Corpus striatum ein, eine mächtige Markkapsel um ihn bildend. Die weißen Pünktchen in seinem Innern sind Querschnitte der aus dem Kleinhirn hierher tretenden Bindearme. Medial vom roten Kerne liegen die frontalsten Fasern des dorsalen Längsbündels, welches von hier an bis in das Rückenmark zu verfolgen ist. Dann folgt ganz medial das zentrale Höhlengrau, das sich eben anschickt sich auch dorsal abzu-

schließen und den weiten Ventrikel der vorhergehenden Figuren zum engen Aquaeductus Sylvii zu gestalten.

Die Faserung aus der Rinde ist in dieser Gegend deutlich in den ventralen Fußabschnitt und den dorsal liegenden, in den lateralen Thalamus eintretenden Anteil getrennt. An der Grenze beider liegt außen am Gehirne der Tractus opticus.

In dem nächsten Schnitte (Fig. 157) sind bereits die vorderen Vierhügel aufgetreten; was von dem Thalamus noch hier vorhanden, das Pulvinar, liegt von ihnen lateral. Das ist die Gegend, wo die Optikus-

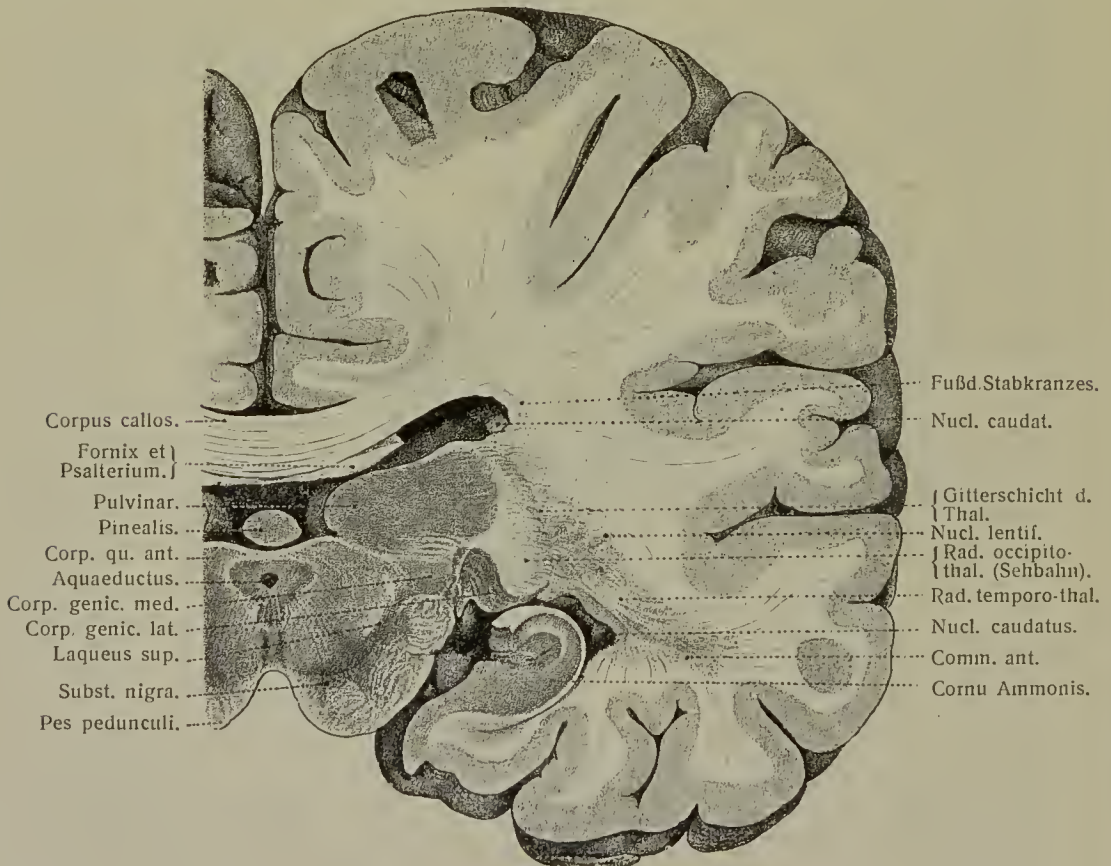


Fig. 157.

fasern ihr Ende finden und wo die Sehstrahlung ihre Endstätten, von der Occipitalrinde herkommend, erreicht. Sie dringt, von der Seite kommend, in das Pulvinar, in das Genuculatum laterale und in den Stil des vorderen Hügel. Medial vom Genuculum laterale liegt das Endganglion der Hörstrahlung, das Genuculatum mediale.

Hier hat sich nun bereits Hauben- und Fußregion scharf geschieden. In der ersten ist gut die obere Schleife, der Traktus aus dem Rückenmark und der Oblongata zu der Lamina medullaris externa thalami sichtbar, außerdem ist die Region des roten Haubenkernes in welcher die vorderen Kleinhirnarne gekreuzt enden, nun gut ent-

wickelt. Das Vierhügeldach schließt nun die Ventrikelhöhle — Aquaeductus — ab. Sie ist von dem zentralen Grau umgeben, in dem hier die Kerne des Okulomotorius auftreten. Weiße Züge aus dem tiefen Vierhügelmark umgeben das Grau. Die Substantia nigra und dann der Hirnschenkelfuß schließen den Hirnstamm ventral ab. Lateral liegt an der Basis das Ammonshorn, dessen Mark — Fimbria — gut sichtbar ist.

Figur 158 ist ein Schnitt, der ca.  $\frac{3}{4}$  cm hinter demjenigen von Fig. 157 angelegt ist.

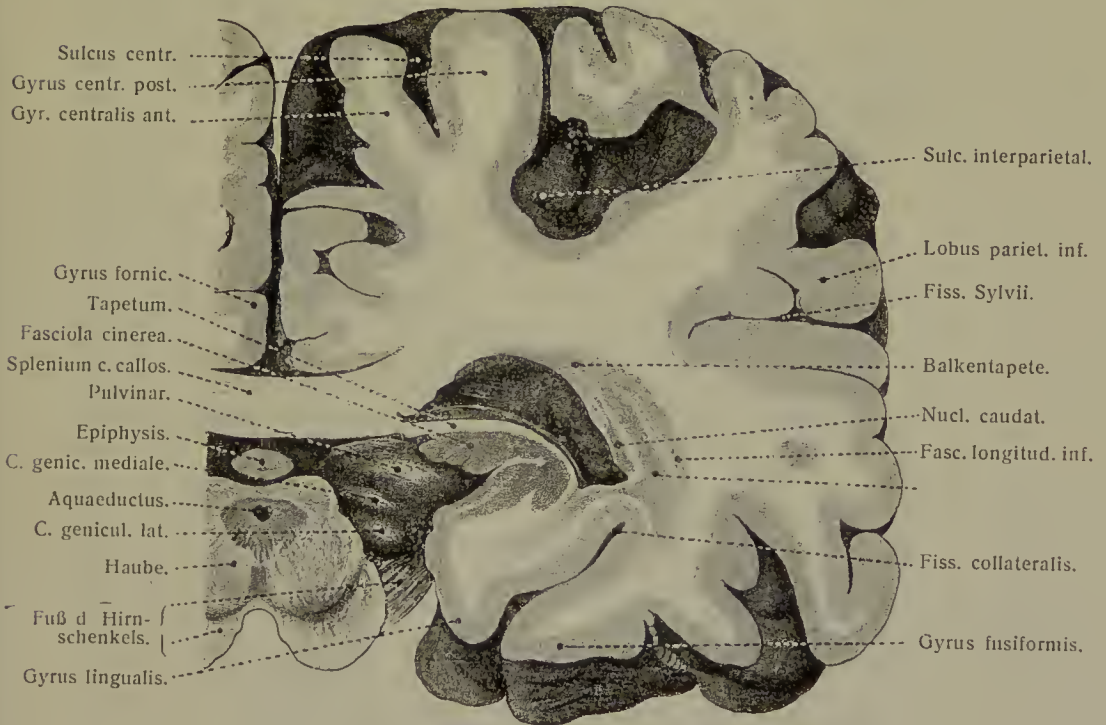


Fig. 158.

Die vorderen Vierhügel sind gerade halbiert. Von der Schnittfläche des Hirnschenkels aus sieht man rechts in der Tiefe das Pulvinar und die Corpora geniculata. Die Entwicklung des Hirnschenkelfußes aus der Kapsel wird besonders klar beim Vergleiche dieses Schnittes mit dem weiter vorn gelegenen, weil das Hervortreten aus der Hirnbasis hier so gut sichtbar ist.

Die Sehstrahlung ist schon auf Schnitt Fig. 157 in ihre Endstätten eingetreten, wir erblicken sie nur als graues Querschnittsfeld mitten im Markweiß lateral von dem Ventrikel.

Der Schnitt Fig. 159 zieht dicht vor dem kaudalen Balkenende herab. Sein sehr lehrreiches Bild läßt erkennen, wie sich aus der Spleniumfaserung die Balkentapete entwickelt, welche das Hinterhorn auskleidet und auch die Innenseite des Ammonshornes überzieht. Das

Ammonshorn ist hier, dicht vor dem Hinterhauptlappen, nicht mehr getroffen.

Der Ventrikel öffnet sich einerseits kaudalwärts in das Hinterhorn, andererseits ventralwärts in das Unterhorn. Deshalb erscheint er so lang und breit. Lateral von der Sehstrahlung liegt das Längsbündel aus dem Occipitallappen in den Schläfenlappen.

Der in Fig. 160 abgebildete Schnitt liegt direkt an der Basis des keilförmigen Hinterlappens, also hinter dem Balkenende. Der breit eröffnete, von dem Tapetum überzogene Ventrikel führt an seinem

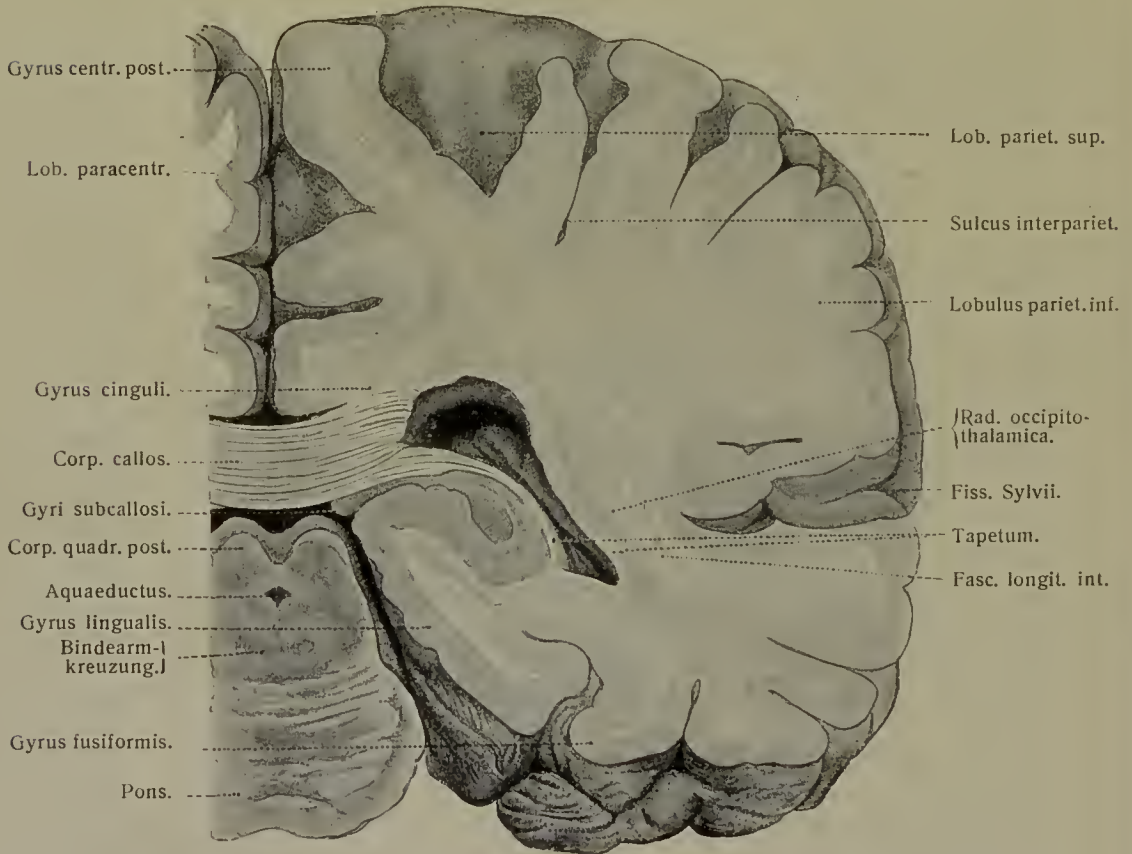


Fig. 159.

dorsalen Ende in das Hinterhorn, an seinem ventralen aber, wo man medial die Dentatuswindung wegen seiner Krümmung wieder geschnitten findet, in das Unterhorn des Schläfenlappens. Dorsal vom Ammonshorn fällt die breite Masse der Balkenfasern auf, welche sich von den Endstätten im Occipitallappen zum Balkenwulste begeben und hier, dicht vor dem Eintritte in das Splenium, abgeschnitten sind.

Der Radiatio occipito-thalamica begegnen wir nun, in größerer Breite als bisher. Sie liegt hier unter den Windungen des Schläfenlappens und diese Lage erklärt, daß manchmal Herde im Gyrus marginalis oder angularis zu Hemianopsie führen.



Sie werden, wenn sie nicht gar zu oberflächlich sind, immer die Sehstrahlung treffen müssen.

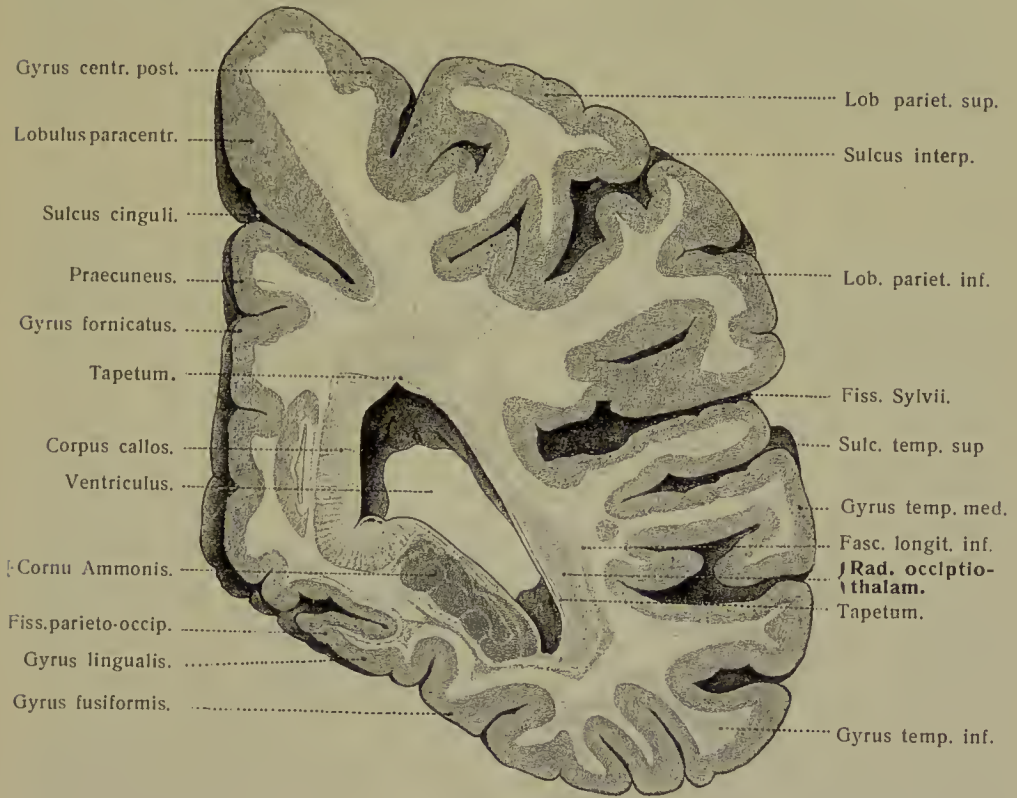


Fig. 160.

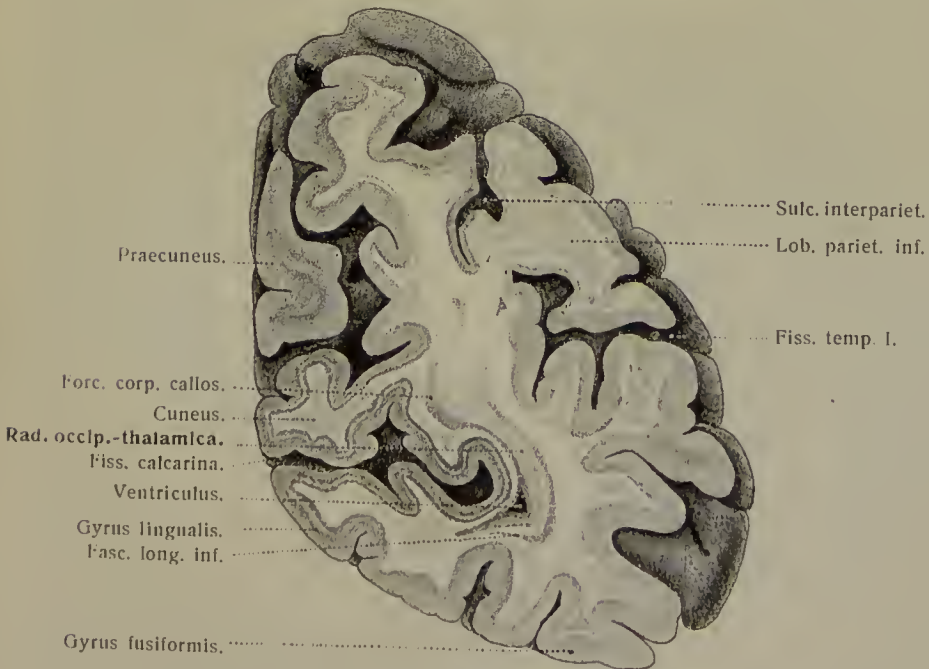


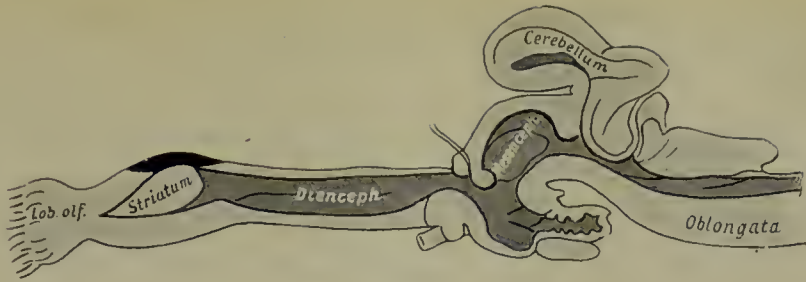
Fig. 161.

Auch der Fasciculus longitudinalis inferior, der Traktus aus dem Hinterhauptlappen zum Schläfenlappen, dessen Querschnitt Sie nach außen von der Sehstrahlung wieder, wie auf den früheren Schnitten, finden, ist hier breiter als vorher, weil wir uns seinem Ursprungsgebiete nun nähern. Auf Fig. 161 wollen Sie besonders den Gennarischen Streifen in der Rinde um die Fissura calcarina beobachten.

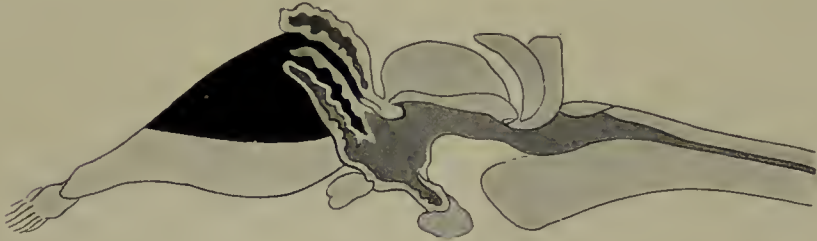
### Meine Herren!

Ich bin mit meiner Darstellung zu Ende. Manchmal, während ich dieselbe gab, mag es geschienen haben, als würden da mit allzu großer Genauigkeit rein anatomische Verhältnisse geschildert, die des weitergehenden Interesses entbehrten. Und Anatomie allein getrieben, ohne Bezugnahme auf die Funktion, scheint manchmal eine recht sterile Wissenschaft. Wo wir aber heute schon zeigen können, wie die geschilderten Anordnungen nur die Grundlage sind für die allerwichtigsten Vorgänge, da ist es immer geschehen, und wenn es dieser kurzen Darstellung gegeben wäre, in Ihnen die Freude an dem vorgetragenen Stoffe zu erregen, wenn Ihr Interesse sich soweit steigerte, daß Sie Mitarbeiter werden möchten auf einem der interessantesten und aussichtsreichsten Gebiete der Naturwissenschaft, dann hätte dies Büchlein mehr als seinen ursprünglichen Zweck erfüllt. Mitarbeiter aber und recht viele sogar, brauchen wir, die wir dahin kommen möchten, daß eines Tages der Apparat vollkommen klar vor uns liegt, an dessen normalen Aufbau, an dessen normales Fungieren unsere ganze seelische Tätigkeit geknüpft ist. Wenn jetzt auch die ersten Grundlinien gezeichnet werden können — wir können sie viel genauer zeichnen als es im vorstehenden geschehen ist — so wollen wir uns doch nicht verhehlen, daß ein sehr weiter Weg uns noch von dem Ziele trennt, dessen Erreichung im Interesse der Physiologie und Pathologie gleich wichtig ist wie in demjenigen der Psychologie. Aber wir sehen dies Ziel vor uns und können, dem Wanderer gleich, der endlich den sicheren Weg erkannt hat, nun unsere Schritte beschleunigen, durch intensive Arbeit schneller voran kommen als das früher möglich war. Helfen Sie dazu mit, am Krankenbette, im anatomischen Laboratorium, am Experimentiertische.





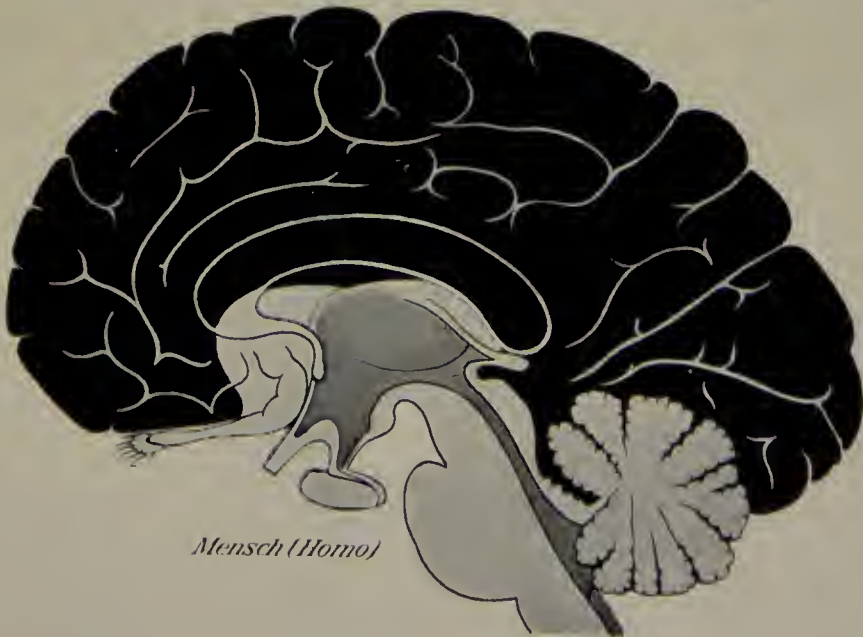
*Hai (Chimaera)*



*Eidechse (Varanus)*



*Kaninchen (Lepus)*



*Mensch (Homo)*

Entwicklung des Neencephalon (schwarz) über dem Palaencephalon (grau).



VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG.

---

DIE  
RÖNTGENUNTERSUCHUNG  
DER  
BRUSTORGANE  
UND IHRE ERGEBNISSE FÜR PHYSIOLOGIE UND PATHOLOGIE.

Von

Privatdozent Dr. **Hans Arnsperger.**

Aus der medizinischen Klinik in Heidelberg.

Mit einem Vorwort von Professor **Krehl** in Heidelberg.

Mit 34 Abbildungen und 27 Tafeln.

Gr. 8. 1909. Preis 12 M., geb. 13 M. 50 Pf.

---

Lehrbuch  
der  
Speziellen Pathologie und Therapie  
der inneren Krankheiten

Für Studierende und Ärzte

von

**Dr. Adolf Strümpell,**

o. ö. Professor und Direktor der medizinischen Klinik an der Universität Breslau.

**Zwei Bände.**

Mit 216 Abbildungen im Text und 5 Tafeln.

Sechzehnte neu bearbeitete Auflage.

gr. 8. 1907. Preis 20 M., geb. 24 M.

---

**Atlas der Klinischen Mikroskopie des Blutes**

**Zweite Auflage**

Bearbeitet von

Privatdozent Dr. **E. Meyer** und Prof. Dr. **H. Rieder**  
in München.

(Unter Mitwirkung von Dr. **G. Maurer** in München.)

4. 1907. Preis 15 M.

VERLAG VON F. C. W. VOGEL IN LEIPZIG.

---

VORLESUNGEN

über den

BAU DER NERVÖSEN ZENTRALORGANE  
DES MENSCHEN UND DER TIERE.

---

Für Ärzte und Studierende

von

**Prof. Dr. LUDWIG EDINGER**

Ärztl. Direktor des Dr. Senckenbergischen neurologischen Instituts in Frankfurt a. M.

---

**ERSTER BAND.**

**Das Zentralnervensystem des Menschen und der Säugetiere.**

Siebente, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Lex. 8. 1904. Preis 12 M., geb. 13 M. 50 Pf.

---

**ZWEITER BAND.**

**Vergleichende Anatomie des Gehirns.**

Siebente, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 283 Abbildungen.

Preis brosch. 15 M., geb. 16 M. 50 Pf.

---

SPEZIELLE DIAGNOSE

DER

INNEREN KRANKHEITEN

Ein Handbuch für Aerzte und Studierende

von

**Prof. Dr. WILHELM v. LEUBE.**

**I. Band.**

Siebente neubearbeitete Auflage.

Mit 28 Abbildungen. Lex. 8. 1904. Preis 13 M., geb. 14 M. 50 Pf.

**II. Band.**

Siebente vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 78 Abbildungen. Lex. 8. 1908. Preis 16 M., geb. 17 M. 50 Pf.

---

Pathologische Physiologie

Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte

von

**Dr. Ludolf Krehl,**

ordontl. Professor und Direktor der medizinischen Klinik in Hoidolborg.

Fünfte neu bearbeitete Auflage. 1907. Preis 15 M., geb. 16.50 M.













